

I. N. USAKOV

GEOMETRIA MINIERĂ

UNIVERSITATEA DIN IAȘI
MINERALOGIE ȘI PETROGRAFIE

EDITURA TEHNICĂ

Scanned with CamScanner

Acu 75/2665

N:104 G.

I. N. UŞAKOV

UNIVERSITATEA DE IAŞI
LABORATORUL
DE
MINERALOGIE şi PETROGRAFIE

GEOMETRIA MINIERĂ

TRADUCERE DIN LIMBA RUSĂ



205155
B.C.U. - IASI



EDITURA TEHNICĂ
1954

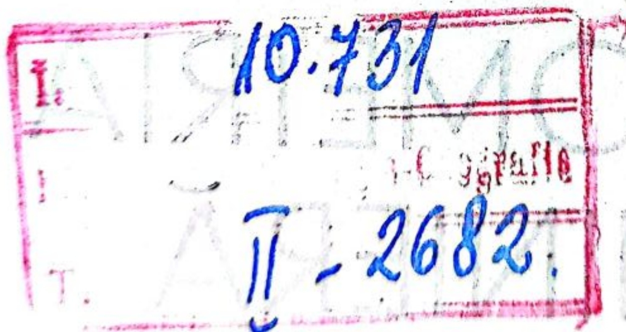
Scanned with CamScanner

ADNOTAȚIE

Cartea reprezintă o expunere sistematică a problemelor geometriei miniere.

După conținutul și volumul său, ea este destinată studenților dela specialitatea „topografie minieră" din institutele miniere și politehnice, care studiază cursul „Geometria subsolului" (Geometria minieră).

Cartea poate fi folosită, deasemenea, de studenții cu specialitatea „explorări geologice" și de personalul tehnico-ingineresc al serviciilor de topografie și geologice dela întreprinderile miniere.


I. 10.731
II - 2682.

Scanned with CamScanner

UNIVERSITATEA DE IAȘI
LABORATORUL
DE
MINERALOGIE și PETROGRAFIE

TABLA DE MATERII

PARTEA ÎNTÂI

INTRODUCERE. NOȚIUNI GENERALE DIN TEORIA PROIECȚIILOR FOLOSITE ÎN GEOMETRIA MINIERĂ

PARTEA A DOUA

GEOMETRIA AŞEZĂRII ZĂCĂMINTELOR STRATIFORME ALE SUBSTANŢELOR MINERALE UTILE ŞI TRASAREA LUCRĂRILOR MINIERE

Scanned with CamScanner

PARTEA A TREIA

GEOMETRIZAREA ZĂCĂMINTELOR DE SUBSTANŢE MINERALE UTILE

PARTEA A PATRA

CALCULUL REZERVELOR DE SUBSTANŢE MINERALE UTILE SOLIDE

PARTEA A CINCIA

EVIDENŢA MIŞCĂRII REZERVELOR ŞI A PIERDERILOR. CONTROLUL TOPOGRAFIC MINIER AL PRODUCŢIEI

Scanned with CamScanner

Biblioteca de Geologie-Geografie

Scanned with CamScanner

PREFAȚA LA EDIȚIA A DOUA

Prima ediție a cărții „Geometria minieră", apărută în anul 1937, s'a epuizat complect.

Necesitatea literaturii didactice pentru predarea cursului cu același nume pentru specialitatea „topografie minieră" a pus problema reeditării acestei cărți.

Ediția a doua este foarte mult prelucrată, corectată și complectată față de prima, deoarece multe probleme de geometrie minieră s'au desvoltat considerabil, din momentul apariției primei ediții.

In conformitate cu nivelul disciplinei, cu condițiile de pregătire a cadrelor inginerești pentru industria minieră, cu observațiile critice și dorințele exprimate referitor la prima ediție, cum și cu experința predării acestui curs la facultatea „topografia minieră", toate părțile cărții, într'o măsură sau alta, au suferit modificări și complectări. Totodată, structura cărții, adoptată în prima ediție, a rămas în fond fără modificări.

Ediția a doua, ca și prima, este destinată studenților facultății „topografia minieră", care studiază cursul de „Geometria subsolului" (Geometria minieră).

Concomitent cartea poate servi ca manual pentru studenții facultății de exploatări geologice și pentru personalul tehnico-ingineresc al serviciilor de topografie și geologie din întreprinderile miniere.

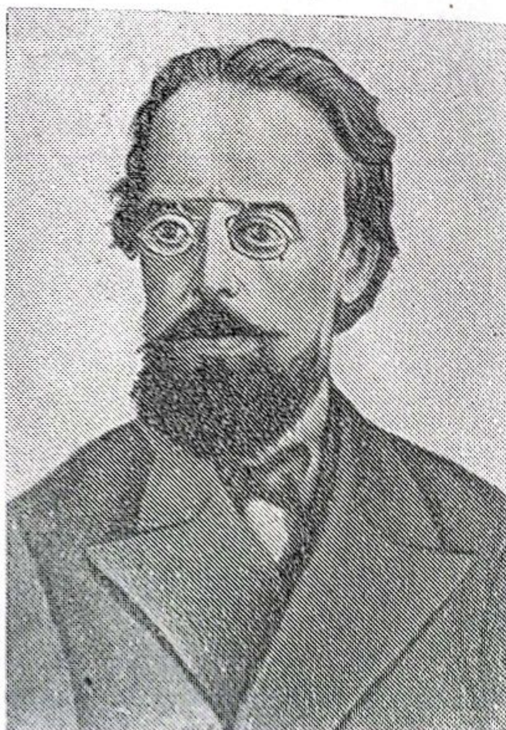
Desigur că prezenta ediție are unele lipsuri. Autorul va primi cu recunoștință orice observație în această privință.

In încheiere exprim sinceră recunoștință membrului corespondent al Academiei de Științe din U. R. S. S., prof. N. G. Kell, prof. D. A. Kazakovski, docentului G. I. Vilesov și altor tovarăși, care au dat indicații prețioase la elaborarea ediției a doua a cărții.

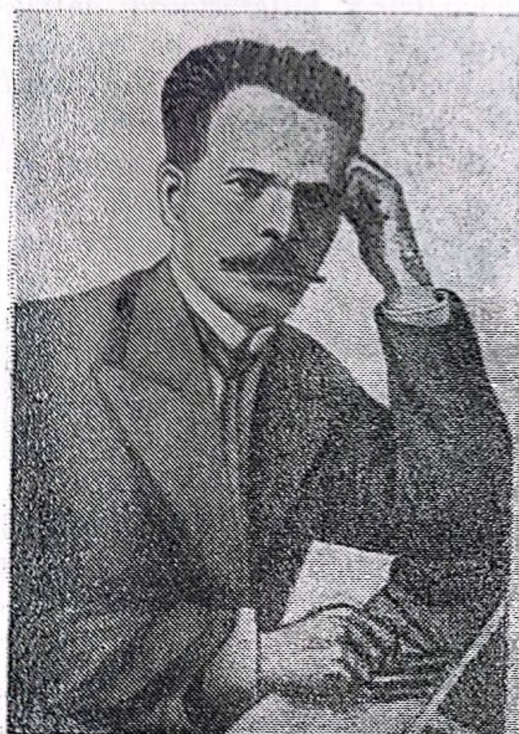
Reprezentanţi de seamă ai şcolii miniere ruse şi sovietice



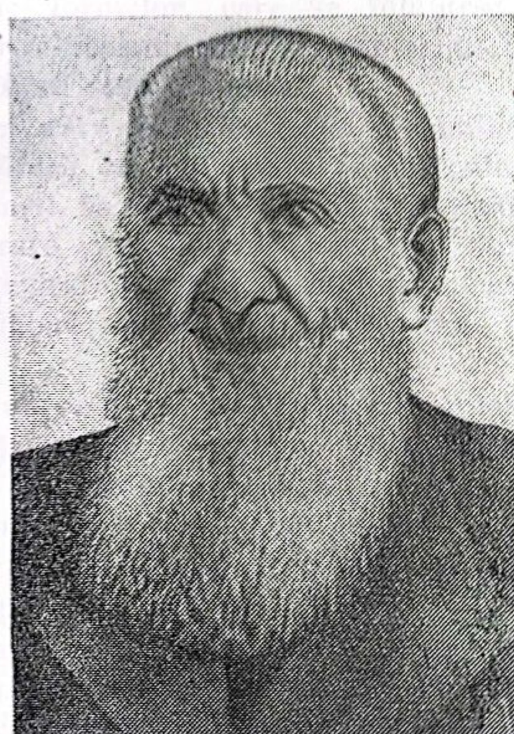
IVAN MIHAILOVICI BAHURIN
Profesor al Institutului minier din Leningrad membru corespondent al Academiei de ştiinţe al U.R.S.S. (1880–1940)



VLADIMIR IVANOVICI BAUMAN
Profesor al Institutului minier din Petrograd (1867–1923)



PETR MIHAILOVICI LEONTOVSKI
Profesor al Institutului minier din Ecaterinoslav (1871–1923)



PETR CONSTANTINOVICI SOBOLEVSKI
Profesor tehnolog la Tomsk şi profesor al Institutului minier din Sverdlovsk şi Moscova (1868–1949)

Scanned with CamScanner

PARTEA ÎNTÂI

INTRODUCERE, NOŢIUNI GENERALE DIN TEORIA PROIECŢIILOR, FOLOSITE IN GEOMETRIA MINIERĂ

INTRODUCERE

Multe probleme ale studiului geologic, ale explorării şi exploatării zăcămintelor de substanţe minerale utile, după particularităţile proprii lor şi după metodele lor de rezolvare, au un caracter geometric. Din acestea fac parte probleme ca, de exemplu: determinarea elementelor de zăcământ, studierea formelor şi a condiţiilor de zăcământ ale substanţei minerale utile, cum şi studiul metodelor de reprezentare şi de întocmire a planurilor (hărţi) structurale şi calitative (a zăcămintelor, calculul şi evaluarea rezervelor de substanţe minerale utile, proiectarea lucrărilor miniere de explorare şi de exploatare, etc.). Astfel, proprietăţile geometrice ale formelor, care se întâlnesc în legătură cu explorarea şi exploatarea zăcămintelor de substanţe minerale utile pot fi şi sunt obiectul unui studiu special.

Studiul raporturilor geometrice, care caracterizează zăcămintele de substanţe minerale utile în legătură cu explorarea şi exploatarea lor şi expunerea sistematică, pe această bază, a rezolvării prin metode geometrice a problemelor de explorare şi exploatare, care sunt strâns legate de lucrările de ridicări topografice miniere, alcătuesc conţinutul (obiectul) unei discipline miniere speciale — „Geometria minieră."

Deoarece această disciplină are un obiect şi o metodă de cercetare proprie, ea are drept de existenţă şi de desvoltare independente.

Inainte problemele care intrau în sfera geometriei miniere, împrăştiate neuniform, fragmentar, necoordonate, erau expuse în diferite părţi ale disciplinelor de explorare geologică şi de exploatare minieră, cum şi în cursurile de topografie minieră.

Lucrările publicate până în anul 1900 sub titlul „Topografia minieră" sau „Geometria subterană" cuprindeau, mai ales, descrierea ridicărilor miniere subterane şi dela suprafaţă, cum şi expunerea unor plobleme de geometrie minieră.

M. V. Lomonosov a expus pentru prima dată în anul 1763, sub formă de lucrare tipărită în limba rusă, în capitolul „despre măsurarea minelor", bazele ridicărilor miniere şi rezolvarea unora dintre probleme, capitol care face parte din lucrarea sa capitală despre minerit şi metalurgie, întitulată „Primele baze ale metalurgiei sau a mineritului".

Socotind că rezolvarea problemelor de bază, printre care el considera problema fronturilor de întâlnire şi ale limitelor dela suprafaţă în subteran... „nu poate fi efectuată fără geometrie", el o bazează pe proprietatea asemănării figurilor.

Expunând numai chestiunile principale şi considerând că „nu este necesar să se arate şi problemele speciale, deoarece aproape orice problemă are cazurile ei speciale", Lomonosov a reuşit să expună, în acest mic capitol, tot ce era esenţial pentru aceea vreme, în legătură cu problema dată.

El se referea la aplicarea geometriei în rezolvarea problemelor geologice şi de tehnică minieră şi în alte locuri din lucrarea sa.

Astfel, M. V. Lomonosov trebue să fie socotit, cu drept cuvânt, primul creator al geometriei miniere ruse.

In 1805, a apărut cartea profesorului de liceu A. Maximovici, întitulată „Geometrie subterană practică". Ea se referă la necesitatea instruirii elevilor liceului în disciplina dată şi conţinea, în paralel cu problemele de ridicări tipografice miniere subterane şi dela suprafaţă, şi rezolvarea unei serii de probleme geometrice, mai ales despre trasarea lucrărilor miniere.

Problemele geometriei faliilor se puneau mereu la explorarea şi exploatarea porţiunilor deranjate ale unora sau altora dintre zăcăminte şi impuneau rezolvarea lor. Deaceea, în literatură apărea din când în când examinarea lor. De exemplu, în două numere ale revistei Gornâi jurnal din anul 1835, s'a publicat lucrarea documentată a lui C. F. Butenev, sub titlul „Regulile noi pentru regăsirea zăcămintelor de substanţe minerale utile încălecate şi alunecate".

In această lucrare, Butenev, supunând criticii lucrările şi reprezentările germane asupra problemei date, analizând cazurile caracteristice ale raporturilor geometrice dintre flancul zăcământului şi falie şi reducându-le la 15 tipuri, dă cele patru reguli ale sale, pentru trasarea lucrărilor miniere, spre flancul zăcământului deplasat.

Extinderea lucrărilor miniere şi adâncimea la care ajungeau, cereau folosirea metodelor mai precise de ridicări subterane. Astfel, în a doua jumătate a secolului XIX s'a ivit necesitatea de a ridica şi de a măsura unghiurile cu ajutorul teodolitului. In manualul didactic „Topografia minieră" publicat în anul 1847 pentru elevii Institutului minier, P. A. Olâşev, cu patru ani înainte de Weisbach, se descrie teodolitul, amenajat pentru ridicarea lucrărilor miniere

Scanned with CamScanner

subterane, verificarea lui şi ordinea de execuţie a ridicărilor cu măsurarea unghiurilor respective.

Autorul defineşte în modul următor obiectul topografiei miniere: „Executarea planurilor particulare, adică reprezentarea lucrărilor miniere subterane în planurile orizontal şi vertical şi, afară de aceasta, rezolvarea tuturor problemelor, care pot fi întâlnite la săparea lucrărilor miniere, compune obiectul topografiei miniere sau al geometriei subterane".

In conformitate cu aceasta, înafară de ridicări topografice, el tratează rezolvarea unora dintre problemele geometriei miniere, care se referă mai ales la trasarea lucrărilor miniere. Concomitent, el analizează amănunţit problema importantă pentru geometria faliilor, a raportului dintre lungimile lucrărilor miniere, cu care se poate atinge flancul zăcământului alunecat sau aruncat.

Incepând cu anul 1900, apar o serie de lucrări excepţionale ale savanţilor — V. I. Bauman, P. M. Leontovski şi P. C. Sobolevski, care au pus bazele primei geometrii miniere ca o disciplină minieră aparte.

Astfel, în anul 1905 a apărut cartea lui P. M. Leontovski, inginer minier şi profesor la Şcoala superioară minieră din Ekaterinoslav, sub titlul „Elementele de zăcământ ale stratelor (Geometria minieră)", care face parte dintr'o serie de scărţi, editate de autor sub titlul comun „Problemele topografiei miniere".

Lucrarea lui Leontovski este dedicată analizei detaliate a şase probleme, care se referă la elementele de zăcământ ale stratului; cea mai mare parte a ei se referă la expunerea problemelor geometriei filoanelor încrucişate şi a faliilor, cum şi la critica tratării acestor probleme în literatura străină şi, mai ales, în literatura germană.

Ca răspuns la această carte a lui P. M. Leontovski, cum şi la o serie de lucrări de peste hotare, a apărut cercetarea lui V. I. Bauman, profesor la Institutul minier din Petersburg, publicată în Analele Institutului minier în anul 1907 (vol. I, Ed. I) sub titlul „Probleme despre falii de cădere, de alunecare şi alte falieri ale filoanelor şi stratelor", care dă o justificare riguros geometrică nomenclaturii faliilor şi rezolvă problemele legate de explorarea flancului deplasat. Concluziile acestei lucrări, întitulată „Clasificarea geometrică a faliilor lui Bauman", au intrat definitiv în literatura despre geometria minieră şi sunt valabile până în prezent.

In anul 1908, V. I. Bauman a publicat în Gornâi jurnal lucrarea sa „Problemele determinării rezervelor zăcămintelor", care dă o metodă de calcul al rezervelor zăcămintelor de forme complicate, cunoscută în literatură ca „Metoda lui Bauman".

Lucrările indicate, ca şi o serie de alte lucrări ale sale, despre problemele determinării elementelor de zăcământ ale stratelor şi

ale filoanelor au fost un răspuns la cererea pusă de industria modernă în desvoltare. Ele au servit ca material care, după concepţia autorului, trebue să compună al patrulea volum al cursului său clasic „Arta topografiei miniere", sub titlul „Problemele de topografie minieră". Cu pregătirea acestui material pentru editare, cu prelucrarea ulterioară a problemelor de geometrie minieră, s'a ocupat elevul prof. Bauman, I. A. Dalinkevici, inginer minier şi profesor la Institutul minier din Petrograd.

Acesta, după moartea lui V. I. Bauman, a litografiat în anul 1924 lecţiile de geometrie minieră, predate de autor studenţilor Institutului în anul şcolar 1923/24. Cursul original cuprinde expunerea următoarelor probleme: bazele metodei proiecţiei cotate, formele de zăcământ ale rocelor, formele cutate de zăcământ, faliile şi calculul rezervelor.

După cum rezultă din cele expuse, cursul nu atinge problemele de geometrizare a zăcămintelor.

Astfel, s'a produs separarea geometriei miniere într'o disciplină minieră aparte. Ea prezintă o etapă naturală şi condiţia necesară desvoltării ei.

Industrializarea ţării a provocat, în primul rând, un avânt al industriei miniere, în legătură cu care s'a ivit problema studierii şi a cunoaşterii unui număr mare de zăcăminte de substanţe minerale utile. Odată cu aceasta, nivelul industriei socialiste pretindea, pe de o parte, caracteristicele precise şi obiective ale zăcămintelor cercetate, iar pe de altă parte, conducerea raţională a lucrărilor miniere de explorare geologică şi de exploatare. Aceste cereri mărite ale industriei au pus probleme noi atât serviciilor de explorări, cât şi serviciilor topografice miniere ale întreprinderilor.

In legătură cu aceasta, analizarea geometrică a problemelor a devenit un element esenţial al organizării raţionale a lucrărilor miniere de explorare geologică şi a celor de exploatare, iar rezultatele geometrizării zăcămintelor, adică complectul planurilor structurale şi calitative, întocmite în mod corespunzător, a devenit materialul necesar pentru evaluarea industrială a zăcămintelor, pentru proiectarea minieră şi construirea şi exploatarea întreprinderilor miniere.

Lucrările publicate de prof. P. C. Sobolevski, „Arta topografiei miniere moderne, ca metodologie pentru rezolvarea problemelor de bază ale artei miniere" (Lucrările primului congres interunional tehnico-minier, vol. VII, 1926), „Geometria minieră modernă" (Revista „Reconstrucţia şi ştiinţa socialistă" nr. 7, 1932), conspectele cursurilor de geometrie a subsolului, formau baza teoretică a metodologiei geometrizării zăcămintelor. Propaganda susţinută îndelungată, verbală şi în scris, a acestei metode, dusă de prof. Sobolevski, a con-

tribuit la introducerea lor în serviciile geologice de explorare şi de topografie minieră.

Incepând cu al treilea deceniu, unităţile de topografie minieră din întreprinderile miniere, institutele de proiectare, cum şi centrala ştiinţifică de cercetare a topografiei miniere, reorganizată din nou — Biroul Central Ştiinţific de cercetare a topografiei miniere (ЦНИМБ), şi colectivele ştiinţifice de topografii miniere ale institutelor din învăţământul superior minier, în special colectivul Institutului minier din Sverdlovsc, au executat lucrările de geometrizare a multor zăcăminte din Uniunea Sovietică. Iată unele dintre zăcămintele a căror geometrizare a fost executată de atunci:

1. zăcămintele carbonifere dela Kiselovsk şi Celiabinsk, cum şi zăcământul de cărbune dela Egorşinsk;
2. zăcământul de minereu de fier din muntele „Magnitnoia";
3. zăcământul de pirită cupriferă dela Bleavinsk;
4. zăcământul polimetalic dela Melentievsk;
5. zăcământul complex dela Volkovsk;
6. zăcământul de minereuri cuprifere dela Djeskazgansk;
7. zăcământul aluvionar dela Serlovogorsk, etc.

Pe baza datelor obţinute a fost elaborată amănunţit metodologia acestor lucrări. Acestea au fost expuse în diferite rapoarte generale sau lucrări tipărite despre problema motodologiei geometrizării zăcământului şi rezolvarea unora dintre problemele de bază ale mineritului. De exemplu, în anul 1935 a apărut cartea lui D. N. Globlin, docent la institutul minier din Sverdlovsk, sub titlul „Alegerea locului pentru amplasarea minei".

In anul 1938 a fost publicată lucrarea lui N. A. Blaşkevici şi G. I. Vilesov „Experienţa geometrizării poligoanelor de dragare". In acelaşi an, o grupă a colaboratorilor ştiinţifici dela Biroul Central Ştiinţific de cercetare a topografiei miniere, sub conducerea generală a prof. P. C. Sobolevski, a întocmit un raport documentat asupra temei „Metodologia Geometrizării", care include problemele generale ale acestei metodologii, şi trece în revistă lucrările de geometrizare a zăcămintelor executate pe acea vreme. Concomitent, economia socialistă a pus în faţa serviciului topografiei miniere, cu o insistenţă deosebită, problema conservării subsolului, ceeace, la rândul său, a găsit un ecou în geometria minieră, prin prelucrarea problemelor evidenţei şi ale mişcării rezervelor, pierderilor şi diluării substanţelor minerale utile în timpul exploatării.

Desvoltarea uriaşă a industriei miniere în anii cincinalelor staliniste pretindea avansarea corespunzătoare a ştiinţei miniere. In această perioadă, geometria minieră, s'a desvoltat repede, în diverse direcţii.

Cărţile, manualele didactice şi alte lucrări despre această tânără disciplină, încep să apară din belşug.

In al treilea deceniu apar o serie de lucrări despre diverse părți ale geometriei miniere, elaborate de colectivul catedrei „Topografie minieră" a Institutului minier din Dniepropetrovsk.

In anul 1935 a fost litografiat de către Institutul de explorări geologice din Moscova, conspectul despre „Geometria subsolului" al prof. P. C. Sobolevski, a cărui însemnătate a fost arătată mai sus.

In anul 1937 a fost publicată cartea „Geometria minieră" a lui N. I. Uşacov, docent la Institutul minier din Leningrad, sub redacția prof. Bahurin, în care au fost lămurite problemele de bază ale acestei discipline.

In anul 1941 a fost publicată cartea „Geometria subsolului" a lui P. A. Râjov, docent la Institutul de mine şi metalurgie din Cazahsk, care prezintă expunerea desfăşurată a metodologiei geometrizării zăcămintelor şi calculul rezervelor. In această lucrare sunt expuse complect ideile de bază ale lui P. C. Sobolevski în domeniul geometriei subsolului, metodologia, exemple de geometrizare a zăcămintelor de substanțe minerale utile şi calculul rezervelor.

In desvoltarea ideilor lui P. C. Sobolevski, o mare însemnătate au lucrările despre geometrizarea zăcămintelor metalifere executate de colectivul catedrei de „topografia minieră" a Institutului minier din Sverdlovsk şi a Institutului de mine şi metalurgie din Kazahstan, în ultimii 10—12 ani, în Ural şi în Republica S. S. Kazahă.

Desvoltarea teoriei şi a metodologiei analizei geometriei miniere continuă. Din acest punct de vedere, un mare interes prezintă conspectul geometriei miniere, redactat de N. G. Kell, profesor la Institutul minier din Leningrad, în anii Marelui Război pentru Apărarea Patriei, în legătură cu predarea acestei discipline la Institutul minier dela Dniepropetrovsk şi care, din nefericire, nu a fost editat. Conspectul prezintă o expunere originală a problemelor geometriei miniere şi exprimă o apreciere critică a autorului asupra cursurilor de „Geometrie minieră" şi „Geometria subsolului", existente în U.R.S.S.

Ultima ediție este cartea lui D. A. Cazacovschi, profesor la Institutul minier dela Leningrad „Evaluarea preciziei rezultatelor în legătură cu geometrizarea şi calculul rezervelor", apărută în anul 1948, care complectează în mare măsură lacunele problemei date.

In anii cincinalelor staliniste, desvoltarea geometriei miniere se manifestă prin participarea activă a personalului topografic minier din industrie, care a dat o serie de lucrări despre geometria minieră, publicate în literatura tehnică minieră periodică de specialitate. Dintre acestea fac parte lucrările lui P. A. Smolinkov, V. G. Surâghin, G. S. Sutenkov, A. E. Sergunin, I. I. Gavriuşev şi multe altele, mai ales în ce priveşte problemele de calcul şi de evidență ale rezervelor producției şi ale pierderilor de substanțe minerale utile, cum şi ale geometrizării zăcămintelor.

Din cele expuse rezultă că, în condiţiile noastre geometria minieră s'a desvoltat repede. Posibilităţile desvoltării acestei discipline stau în legăturile ei temeinice cu desvoltarea industriei socialiste din U. R. S. S. Cu cât se pune mai mult accentul pe calea motivată din punct de vedere ştiinţific, cu atât este mai necesar studiul multilateral, pe scară largă, al zăcămintelor, incluziv caracterizarea lor geometrică amănunţită şi metodologia adecvată a rezolvării şi sub raport practic, a principalelor probleme ştiinţifice. Cu alte cuvinte, la baza desvoltării cu succes a geometriei miniere, în condiţiile construirii socialismului, stă desvoltarea industriei noastre miniere, desvoltarea şi raţionalizarea mineritului ca domeniu tehnic. Fără o imagine spaţială întocmită din timp despre caracterul zăcământului, a condiţiilor lui de aşezare, a calităţii substanţei minerale utile şi a direcţiilor lucrărilor miniere de explorare şi exploatare, activitatea exploratorului, a topografului şi a minerului este lipsită de previziune şi, ca atare, este supusă întâmplărilor neprevăzute. Pentru preîntâmpinarea acestora, tehnicieni specialişti trebue să stăpânească cu desăvârşire metodologia analizei geometriei miniere şi soluţionarea problemelor corespunzătoare, care se întâlnesc în explorările geologice şi în minerit.

Conţinutul geometriei miniere presupune o legătură organică a ei cu ştiinţa şi cu practica explorării geologice şi a mineritului.

Geometria minieră a fost creată pentru prima dată, ca o disciplină minieră independentă, în Uniunea Sovietică ,ceeace a fost condiţionat de nivelul desvoltării industriei socialiste miniere, de raţionalizarea justă a exploatării miniere, bazată pe principiul consumului minim de muncă, pentru o producţie maximă de bunuri utile societăţii.

Prezentul curs de „Geometrie minieră" se compune din cinci părţi (tot conţinutul fiind subordonat principiului „dela simplu spre complex"). Prima parte cuprinde introducerea, o privire scurtă şi comparativă a proiecţiilor folosite în geometria minieră.

Partea a doua este dedicată expunerii geometriei de aşezare a zăcămintelor stratiforme de substanţe minerale utile şi trasarea lucrărilor miniere în ordinea: a) forme plane de zăcământ; b) cute şi c) falierele stratelor (dijuncţiile).

In partea a treia sunt expuse, cu complexitatea necesară, problemele geometrizării zăcămintelor de substanţe minerale utile.

Un loc însemnat ocupă în prezentul curs partea a patra — calculul rezervelor de substanţe minerale utile, unde se expun amănunţit problemele generale ca şi cele speciale de calcul al rezervelor. Cursul se încheie cu partea a cincea, care conţine controlul topografic al producţiei, evidenţa mişcării rezervelor, a pierderilor şi a diluării substanţei minerale utile în timpul exploatării zăcămintelor.

2

Scanned with CamScanner

CAPITOLUL I

PROIECȚIILE FOLOSITE IN GEOMETRIA MINIERĂ

§ 1. CONSIDERAȚII GENERALE

Pentru rezolvarea problemelor geometrice legate de exploatarea minieră și de explorarea geologică, trebue să se folosească, pe o scară întinsă, materialul grafic — desene, din care o parte reprezintă imaginile zăcămintelor de substanțe minerale utile și ale lucrărilor miniere în legătură cu acestea, sub formă de diferite planuri si secțiuni, iar altă parte conține construcții geometrice, cu ajutorul cărora se determină valorile căutate.

Fiecare desen trebue să reprezinte imaginea cea mai clară și mai completă a obiectului reprezentat, adică trebue să fie *sugestiv*. Afară de aceasta, el trebue să fie astfel executat, încât să se poată găsi ușor mărimile (dimensiunile) obiectului reprezentat, adică desenul trebue să fie sugestiv și ușor de măsurat. Diferite sisteme de reprezentare asigură, în mod diferit, aceste două proprietăți ale desenelor. La baza tuturor metodelor de reprezentare stau metodele de proiecție. Acestea se împart în: proiecții centrale (de perspectivă sau conice) și paralele (cilindrice).

Imaginile obținute cu ajutorul metodei proiecțiilor centrale se deosebesc printr'o mare sugestivitate. Deformațiile însemnate, care se observă la aceste imagini, îngreunează mult determinarea după desen a dimensiunilor adevărate ale obiectului și, prin aceasta, restrâng posibilitatea aplicării proiecțiilor centrale în geometria minieră. Invers, imaginiile obținute după metoda de proiecții paralele se deosebesc prin posibilitatea de a măsura mai ușor dimensiunile obiectului reprezentat, însă nu dau imaginea deplină în spațiu a formei obiectului, așa cum o dă reprezentarea în perspectivă.

In practica minieră și de explorări geologice, proiecțiile ortogonale au găsit o aplicare largă, prin metode care satisfac în cel mai înalt grad posibilitatea de măsurare a dimensiunilor obiectului după desen. Metoda proiecției ortogonale este un caz particular al proiecției paralele, și anume, cazul în care proiectantele sunt perpendiculare pe planurile de proiecție, care se confundă cu planurile orizontale sau verticale de proiecție.

Cazul general al proiecției paralele în plan este proiecția axonometrică, care satisface ambele cerințe, și anume, atât a sugestivității, cât și a măsurării comode. Ea se plasează între proiecția perspectivă și cea paralelă. La această proiecție, dimensiunile obiectului în desen, după anumite direcții, nu se deformează și, în același timp, obiectul

Scanned with CamScanner

este destul de bine reprezentat în spaţiu. In fig. 1 este reprezentat cubul în cele trei sisteme de proiecţii, pentru ilustrarea celor arătate mai sus.

In adevăr, metoda proiecţiilor ortogonale reprezintă cubul în proiecţii (fig. 1, a), ale căror dimensiuni se pot măsura uşor, însă este lipsită de sugestivitate; reprezentarea în perspectivă a cubului (fig. 1, c) dă imaginea în spaţiu a obiectului, însă dimensiunile lui sunt greu de măsurat; proiecţia axonometrică a cubului (fig. 1, b), cu toate că este mai puţin sugestivă decât reprezentarea în perspectivă, totuşi, este mai uşor de măsurat.

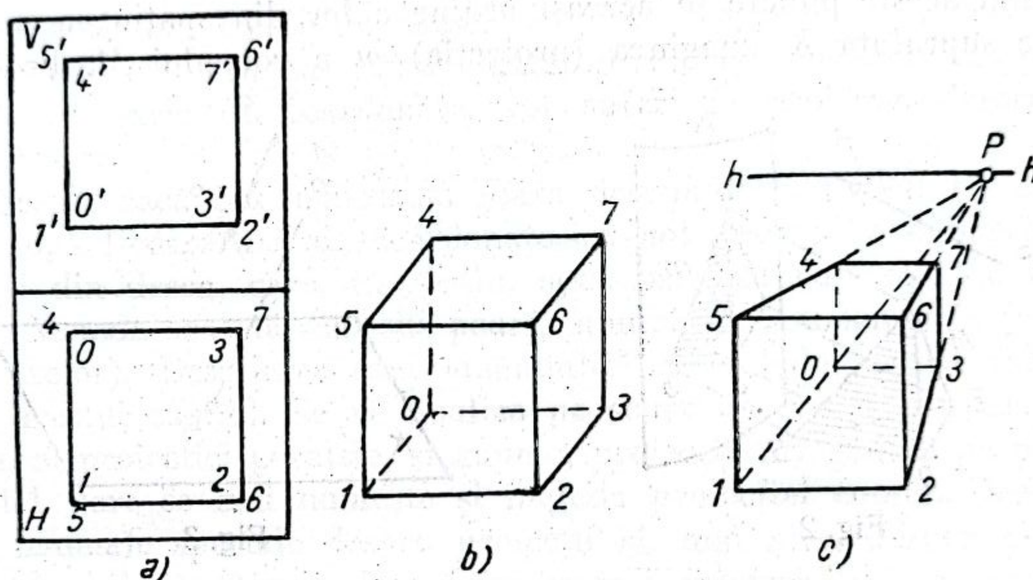


Fig. 1

Geometria minieră trebue să se ocupe cu reprezentarea şi determinarea valorilor unghiulare şi liniare. Problemele legate de valorile unghiulare se rezolvă, uneori, prin aplicarea proiecţiilor stereografice şi liniare, care fac parte din proiecţiile centrale. Aplicarea mai răspândită a proiecţiei stereografice se întâlneşte în cristalografie şi în metodele de cercetare petrografică a rocelor, deoarece aplicarea lor este comodă, în cazul când valorile cercetate sunt numai cele unghiulare. In cazul valorilor liniare, trebue folosite proiecţiile paralele.

Reprezentarea şi determinarea valorilor unghiulare se pot face şi cu ajutorul proiecţiei ortogonale cotate. Intrucât, în majoritatea problemelor, atât valorile unghiulare ,cât şi cele liniare apar împreună, la determinarea lor este mai uşor să se folosească metode de construcţii grafice, care dau soluţii generale.

Ultima cerinţă este satisfăcută mai bine prin aplicarea proiecţiei paralele. Deaceea, aceasta este aplicată mai ales la rezolvarea problemelor geometrice, care se întâlnesc în minerit şi în explorările geologice.

Scanned with CamScanner

Proiecţia paralelă constă în următoarele.

Fie în spaţiu obiectul *M* (fig. 2) şi suprafaţa *K*, pe care se proiectează obiectul după o direcţie oarecare *PP'*; această suprafaţă *K*, numită suprafaţă de proiecţie, are proprietatea că o dreaptă paralelă cu direcţia de proiecţie *PP'* poate intersecta suprafaţa *K* numai într'un singur punct.

Se duc prin punctele *ABDE*, care determină forma corpului *M*, drepte (raze de proiecţie) paralele cu direcţia de proiecţie *PP'* şi care se prelungeşte până la intersecţia lor cu suprafaţa *K*, în punctele *abde*.

Unind aceste puncte în aceeaşi ordine a lor din spaţiu, se va obţine pe suprafaţa *K* imaginea (proiecţia) *m* a corpului *M*. Proiecţia

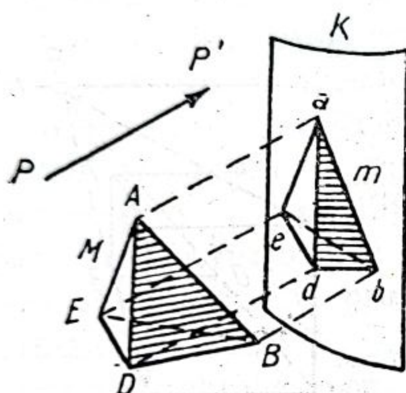


Fig. 2

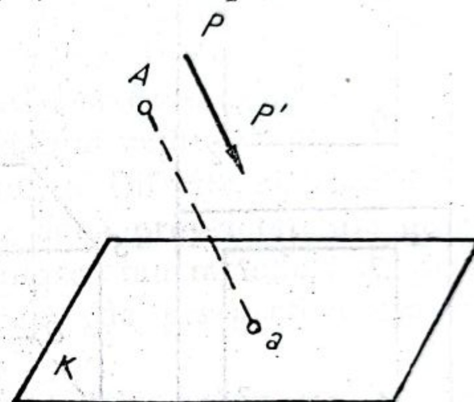


Fig. 3

paralelă se poate considera ca un caz al proiecţiei centrale (perspective), când centrul (polul) proiecţiei este aruncat pe direcţia contrarie *PP'*, la infinit. In multe cazuri, mai ales în geometria minieră, se prezintă posibilitatea de a înlocui suprafaţa de proiecţie *K* printr'un plan. Acest caz se va trata mai jos.

Fie date un plan oarecare de proiecţie *K* şi direcţia de proiectare *PP'*. Pentru a construi proiecţia unui punct oarecare *A* din spaţiu, se duce prin *A* o dreaptă (raza de proiecţie), paralelă cu *PP'*. Punctul *a*, de întâlnire a acestei drepte cu planul de protecţie *K*, este proiecţia punctului *A* (fig. 3). Dacă *PP'* este perpendiculară pe planul *K*, proiecţia se numeşte *ortogonală*. Dacă însă direcţia *PP'* nu este perpendiculară pe planul *K*, avem cazul general al *proiecţiei oblice*.

Pentru a obţine imaginea corpului, care să îndeplinească cele două condiţii de bază menţionate (posibilitatea de măsurare a dimensiunilor şi sugestivitatea, se poate lua planul *K*, în orice poziţie, şi direcţia de proiectare *PP'*, în orice direcţie. In tehnică se foloseşte foarte mult proiectarea ortogonală pe plan vertical şi pe plan orizontal. In cazul corpurilor cu formă complicată, în scopul creării unei imagini mai sugestive, se folosesc deseori şi proiecţiile paralele oblice.

Scanned with CamScanner

In acest caz, orice corp, înainte de a fi reprezentat pe plan, se raportează la un sistem de axe de coordonate carteziene în spaţiu, după aceea se proiectează punctele care determină forma corpului, împreună cu axele de coordonate dreptunghiulare, paralele cu direcţia aleasă *PP'*, pe planul de proiecţie *K*. Se obţine astfel, pe planul *K*, reprezentarea corpului şi a axelor de coordonate. Imaginea astfel obţinută stă într'un raport geometric determinat faţă de corpul reprezentat.

Caracterul acestui raport determină gradul de deformaţie al dimensiunilor corpului din desen (reprezentare).

In funcţie de condiţiile alese, axele de coordonate în proiecţie se vor deforma într'un raport determinat. Dimensiunile corpului, paralele cu axele de coordonate, vor suferi în proiecţie deformaţii asemănătoare.

Deaceea, dacă este cunoscută scara desenului şi indicii de deformaţie după fiecare axă de coordonate, se pot determina dimensiunile corpului din desen, care, în spaţiu, sunt paralele cu axele de coordonate. Metoda arătată mai sus poartă numele de axonometrie (măsurarea axelor). Descrierea mai amănunţită a metodei se va face în cursul acestui capitol. Se va analiza pe scurt un caz particular, mai simplu, al proiectiei paralele, şi anume, proiecţia ortogonală pe planul orizontal, care se mai numeşte şi metoda proiecţiei cotate. Deoarece există manuale speciale despre proiecţii şi, mai ales, despre proiecţiile aplicabile în topografia şi geometria minieră, se va examina numai caracteristica generală a proiecţiilor şi se vor cerceta numai acele chestiuni, care se referă direct la problemele de geometrie minieră şi care nu au fost lămurite în capitolele speciale ale cursului.

§ 2. PROIECŢIA COTATĂ

1. PRINCIPIUL METODEI PROIECŢIEI COTATE. PROIECŢIA PUNCTELOR

Metoda proiecţiei cotate are ca scop reprezentarea corpurilor din spaţiu pe un plan şi rezolvarea după aceste reprezentări a diferitelor probleme geometrice. Pentru aceasta, se duc perpendiculare pe plan, din diferite puncte ale corpului, numite puncte de reprezentare. Punctele, unde perpendicularele întâlnesc planul de proiecţie, se cotează şi sunt numite proiecţiile ortogonale ale punctelor de reprezentare. Alături de proiecţia fiecărui punct se scrie valoarea, care defineşte înălţimea punctului faţă de plan. Având pe plan o serie de puncte cotate, se poate determina oricând, în spaţiu, poziţia însăşi a punctelor de reprezentare, în raport cu planul de proiecţie. Punctele menţionate din plan se numesc *proiecţii cotate*, iar această metodă de reprezentare a formelor din spaţiu se numeşte *metoda proiecţiilor cotate* (36).

Astfel, proiecţia cotată reprezintă un caz al proiecţiei ortogonale pe un singur plan. Această metodă de proiecţie este folosită foarte mult în minerit şi în explorările geologice, la reprezentarea zăcămintelor şi a lucrărilor miniere, legate de ele, din cauza neregularităţii şi a complexităţii formelor, cum şi din cauza dimensiunilor mari ale zăcămintelor. Proiecţia ortogonală pe 2—3 plane, care este folosită foarte mult în desenul tehnic, este înlocuită cu mult succes prin proiecţia cotată (proiectare pe un singur plan) şi prin sistemele de secţiuni (verticale şi orizontale).

Fie în spaţiu două puncte oarecare *A* şi *B* planul orizontal al proiecţiei *H* (fig. 4), şi un al treilea punct *C*, care coincide cu

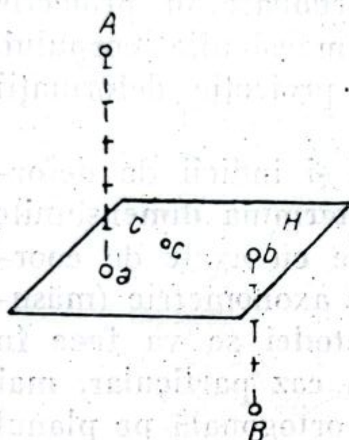


Fig. 4

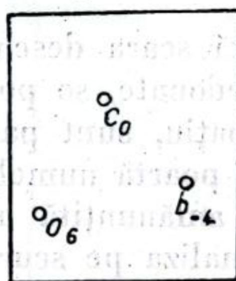


Fig. 5

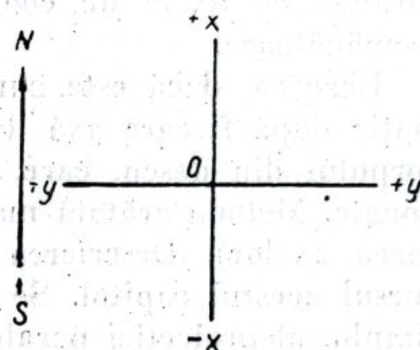


Fig. 6

planul de proiecţie *H*. Prin punctele *A* şi *B* se duc perpendiculare la planul orizontal *H*, până la intersecţia lor cu planul de proiecţie, în punctele *a* şi *b*. Acestea sunt proiecţiile ortogonale ale punctelor *A* şi *B* din spaţiu. Punctul *C* fiind conţinut în planul de proiecţie, va avea proiecţia sa *c*, confundată cu *C*.

In fig. 4 este reprezentat modul în care se plasează punctele din spaţiu în planul de proiecţie şi cum se obţin proiecţiile punctelor pe desen. Luând o scară anumită, se măsoară înălţimea punctului *A* şi a punctului *B* faţă de planul de proiecţie, şi se găseşte că primul este deasupra planului *H* cu 6 unităţi, iar al doilea este mai jos decât planul *H* cu 4 unităţi. Pentru punctul *C*, distanţa faţă de planul *H* este egală cu *0*. Ca rezultat final, vor apărea în desen proiecţiile punctelor *a*, *b* şi *c*, însoţite de cifrele aşezate în dreapta lor, care arată valorile distanţelor punctelor din spaţiu (punctele proiectate) pe verticală, până la planul de proiecţie (fig. 5). Cifrele menţionate se numesc ***cote numerice***. Punctele situate deasupra planului de proiecţie se consideră cu cotă ***pozitivă***, iar cele de sub acest plan, cu cotă ***negativă***. Semnul se pune numai la valorile negative (—).

Astfel, poziţia punctelor în spaţiu este perfect determinată atât prin proiecţia punctelor, cât şi prin valoarea cotelor. In cele ce

Scanned with CamScanner

urmează se va lua poziţia axelor de coordonate după convenţia din geodezia şi din topografia minieră. Axa Ox se ia paralelă cu axa meridianului, iar axa Oy, perpendiculară pe ea (fig. 6). Sensul axelor se va lua ca în geometria analitică: în sus şi spre dreapta sensul pozitiv, în jos şi spre stânga sensul negativ. Sensul axei (z) se va lua pozitiv, când este deasupra planului H, şi negativ, când va fi sub planul de proiecţie H.

Planul de proiecţie H, faţă de care se determină distanţele verticale ale punctelor din spaţiu, se numeşte, adeseori, *plan de cotă zero* (sau plan de referinţă), pentrucă valoarea cotei lui este luată ca zero. De cele mai multe ori, se ia ca plan de referinţă suprafaţa nivelului mediu al apelor mărilor şi oceanelor globului terestru. In acest caz, cotele se numesc *absolute*.

Pentru un plan de cotă zero, luat la întâmplare, valoarea cotei se numeşte *relativă* sau convenţională.

2. PROIECŢIA LINIILOR DREPTE

Linia dreaptă, ca element geometric, are o însemnătate de bază în geometria minieră. Aici, sub forma de linii drepte se consideră axele lucrărilor miniere de explorare geologică şi a exploatărilor, cum şi caracteristicele zăcămintelor, direcţia şi înclinarea lor.

Deaceea, cunoaşterea proprietăţilor geometrice ale dreptei şi a raportului ei faţă de alte elemente geometrice, de exemplu faţă de plan, are o mare importanţă în rezolvarea problemelor geometrice, legate de exploatările miniere şi de cercetările geologice.

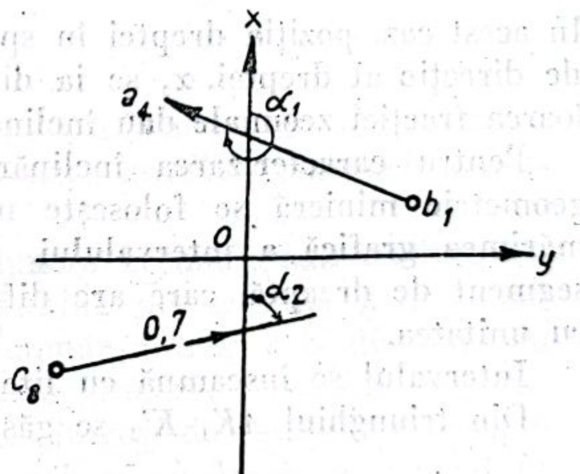


Fig. 7

Intrucât proiecţiile cotate fac parte dintre proiecţiile paralele ortogonale, proiecţia dreptei va fi, în acest caz, tot o dreaptă, iar lungimea proiecţiei va fi mai mică sau egală cu lungimea adevărată a dreptei. Poziţia dreptei în spaţiu este pe deplin determinată de două puncte, care sunt aşezate pe linia dreaptă, sau printr'un punct şi o direcţie. Deaceea, dacă această dreaptă este dată, proiecţia dreptei se poate construi prin coordonatele a două puncte curente ale dreptei sau prin coordonatele unui punct şi direcţia ei (fig. 7). Direcţia dreptei se determină prin două valori unghiulare: în planul orizontal,

Scanned with CamScanner

prin unghiul de direcţie α, iar în planul vertical, prin unghiul de înclinare faţă de orizont (unghiul format de dreapta şi de proiecţia sa) δ (fig. 8).

Unghiul de direcţie al unei drepte este un unghi orizontal, măsurat în sensul mişcării acelor unui ceasornic, dela poziţia pozitivă a absciselor (sau a meridianului) şi până la proiecţia dreptei, în sensul înclinării ei.

Tangenta unghiului de înclinare al dreptei se numeşte *coeficientul unghiular* şi se notează cu i. Valoarea tangentei se scrie, uneori, deasupra proiecţiei dreptei, sub formă de fracţie zecimală (fig. 7).

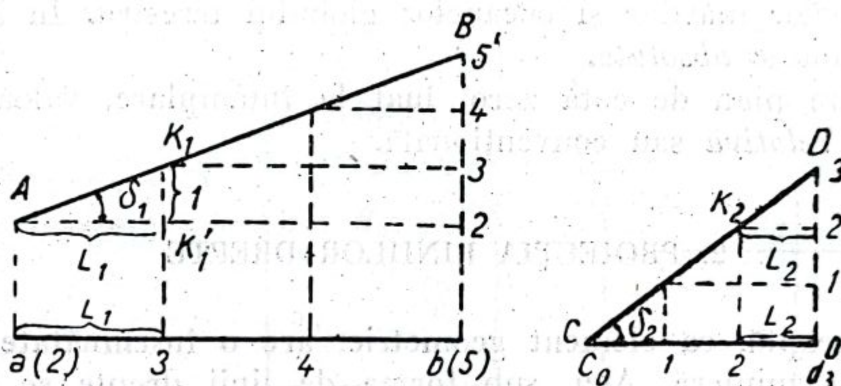


Fig. 8

In acest caz, poziţia dreptei în spaţiu se poate imagina uşor: unghiul de direcţie al dreptei, α, se ia din desen, iar numărul scris sau valoarea fracţiei zecimale dau înclinarea dreptei.

Pentru caracterizarea înclinării unei drepte, în problemele de geometrie minieră se foloseşte nu numai valoarea numerică, ci şi mărimea grafică a intervalului. *Interval* se numeşte proiecţia unui segment de dreaptă, care are diferenţa dintre cotele capetelor egală cu unitatea.

Intervalul se însemnă cu litera L (L_1 şi L_2 în fig. 8).

Din triunghiul $AK_1\ K'_1$ se găseşte:

$$i = \operatorname{tg}\delta = \frac{K_1K_1'}{AK_1'} = \frac{1}{L_1},$$

de unde

$$L_1 = \frac{1}{\operatorname{tg}\delta} = \frac{1}{i}; \qquad (1.1)$$

De aici rezultă că intervalul este inversul coeficientului unghiular al dreptei.

Această situaţie este ilustrată bine în fig. 8, unde se vede că, odată cu mărirea înclinării dreptei, scade şi intervalul, şi invers. Pentru rezolvarea multor probleme, este practic să existe puncte cotate pe

Scanned with CamScanner

proiecţia dreptei, exprimată în numere întregi. Pentru aceasta, se împarte lungimea dreptei în segmente egale, prin aşezarea intervalului.

Această operaţie se numeşte ***gradarea*** proiecţiei dreptei.

La valori mari ale unghiului de înclinare al dreptei faţă de orizontală, gradarea cu un singur interval (L) este incomodă, întrucât acesta are o valoare mică, mai ales la scări mici ale desenului. In acest caz, se gradează cu 5, 10 şi, uneori, cu 20 şi mai multe intervale. Inainte de a grada, este necesar să se găsească mărimea intervalului sau multiplul mărimii lui. Dacă dreapta este dată prin coordonatele a două puncte, intervalul ei va fi egal cu lungimea proiecţiei segmentului de dreaptă, împărţit la diferenţa cotelor capetelor dreptei.

Când dreapta este dată prin coordonatele unui punct şi prin unghiul de înclinare, intervalul se calculează grafic sau cu formula (1.1).

După ce s'a calculat valoarea intervalului L, gradarea proiecţiei se poate face, în cazul când punctul dat pe dreaptă are drept cotă un număr întreg, gradând cu un singur interval, sau cu multiplul de 5 şi 10, în cazul gradării cu cinci şi zece intervale.

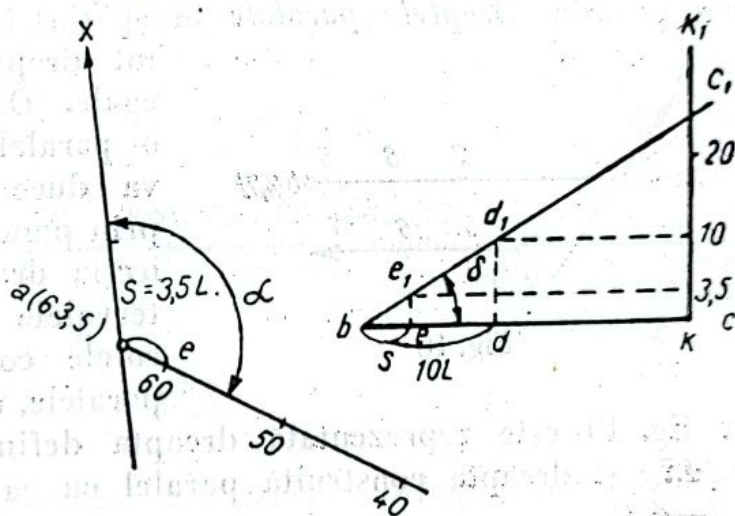


Fig. 9

Având cotele punctelor date cu numere zecimale sau nedivizibile cu mărimea intervalului ales, se determină pe dreaptă, prin calcul sau grafic, punctul cu cota de un număr întreg sau divizibil cu valoarea intervalului ales, dela care, prin gradare, se obţine, pe proiecţia dreptei, o serie de puncte cu valori întregi de cote. Fie o dreaptă dată prin coordonatele unui punct şi prin α şi δ; să se reprezinte dreapta în proiecţie cotată; gradarea să se facă cu 10 L (fig. 9). După coordonatele date se reprezintă punctul a (63,5); cu α dat se trasează direcţia dreptei. Cotele proiecţiei se vor micşora în această direcţie. Separat, în locul arbitrar, se duce dreapta bc_1, cu unghiul de înclinare δ. Dintr'un punct ales arbitrar k, de pe dreapta orizontală bc, se duce perpendiculara kk_1, pe care se înseamnă valorile cotelor. In fig. 9, segmentul bd va fi egal cu 10 L. Pe proiecţia dreptei se găseşte punctul cel mai apropiat de cotă egală cu un multiplu de 10. Aceasta va fi cota 60, care va diferi de cota punctului a, prin 3,5 unităţi. Pentru a obţine punctul de cota 60, se ia din

Scanned with CamScanner

punctul *a*, segmentul $be = 3,5$. Dela punctul obţinut de cota 60, se gradează dreapta cu mărimea *bd*, egală cu 10 *L*, şi se notează cotele corespunzătoare.

Gradarea cu unul sau cinci intervale se face la fel. In acest caz, cotele notate pe proiecţia dreptei vor fi multiple ale lui *1* şi *5*.

3. POZIŢIA RECIPROCĂ A DREPTELOR

Dreptele în spaţiu pot fi: paralele, concurente şi oarecare. In anumite cazuri, dreptele care se intersectează pot fi perpendiculare una pe alta. *Dreptele paralele* în spaţiu, în proiecţie cotată, vor fi tot drepte paralele cu intervale egale. Deaceea, pentru a construi o paralelă la o dreaptă dată, se va duce în planul de proiecţie, prin punctul dat, o paralelă la proiecţia dreptei, se va grada cu intervalele dreptei şi se vor nota cotele corespunzătoare. La drepte paralele, cotele cresc în acelaşi sens.

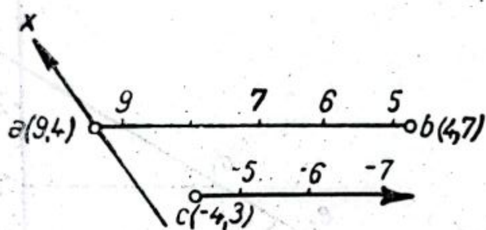


Fig. 10

In fig. 10 este reprezentată dreapta definită de punctele *a* (*9,4*), *b* (*4,7*) şi dreapta construită paralel cu ea, care trece prin punctul *c* (*—4,3*).

Dreptele concurente. Dreptele concurente din spaţiu vor fi reprezentate în proiecţia cotată prin două drepte, care se intersectează. Punctul de intersecţie *k* are cota comună pentru ambele drepte (fig. 11).

Dacă dreptele din spaţiu nu se intersectează, ci sunt oarecare, în proiecţie, punctul lor de intersecţie are cote diferite. In cazul

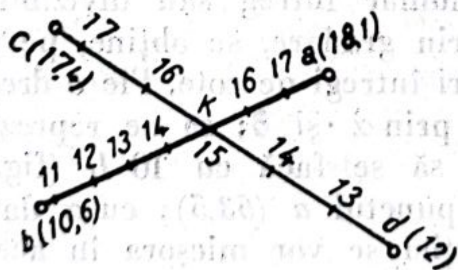


Fig. 11

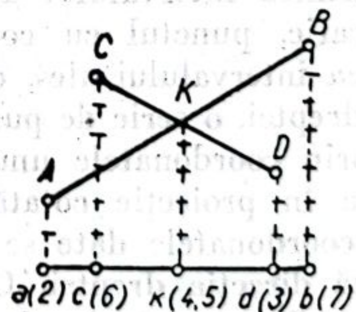


Fig. 12

particular, când dreptele concurente din spaţiu sunt cuprinse într'un singur plan proiectant, proiecţiile lor sunt reprezentate printr'o singură dreaptă. Fie două drepte care se intersectează *AB* şi *CD* (fig. 12) şi care se află într'un plan vertical de proiecţie. Cum se vede în desen,

Scanned with CamScanner

proiecţiile lor, *ab* şi *cd*, se confundă într'o singură dreaptă. Pentru a găsi punctul *K* de intersecţie al dreptelor şi pentru a determina coordonatele acestui punct, se rabate planul vertical, în care se află dreptele date, pe planul desenului (planul de proiecţie orizontal), prin rotirea lui în jurul dreptei *ab*. Luând cota planului orizontal al desenului egală cu 0, se duc, din extremităţile proiecţiilor dreptelor, perpendiculare egale cu cotele lor şi se unesc punctele obţinute. Punctul *K* este intersecţia dreptelor din spaţiu. Distanţa punctului *K* pe verticală faţă de *ab*, la scara dată a desenului, este cota, iar piciorul acestei perpendiculare dă punctul *k*, care este proiecţia punctului de intersecţie al dreptelor.

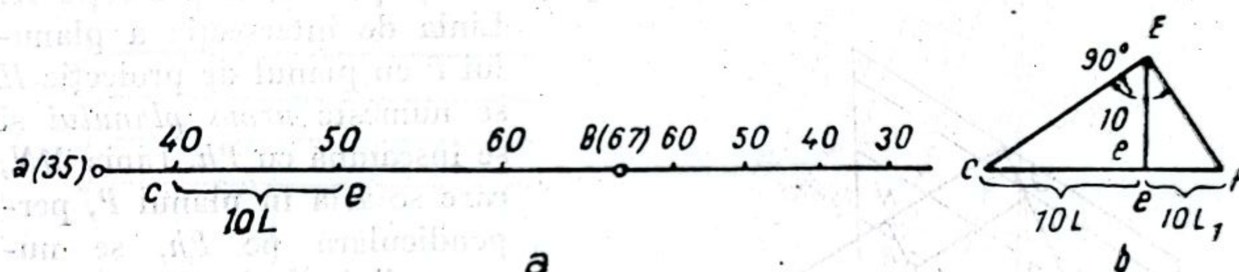


Fig. 13

Dreptele care se intersectează sunt perpendiculare şi sunt cuprinse într'un plan proiectant. In rezolvarea problemelor de geometrie minieră se întâlneşte adeseori cazul când două drepte perpendiculare se află în acelaşi plan proiectant.

Ţinând seamă că distanţa pe normală, dela un punct dat la o suprafaţă dată, este distanţa cea mai scurtă, în anumite condiţii se urmăreşte plasarea sondelor de explorare, perpendicular pe zăcământ. In acest caz, sonda şi linia de înclinare a zăcământului sunt perpendiculare una pe alta şi se află în acelaşi plan vertical de proiecţie.

Fie, în fig. 13, *a*, dreapta dată prin punctele *a* (35) şi *b* (67). Prin punctul *b* (67) trebue să se ducă o dreaptă perpendiculară pe dreapta dată, cu condiţia ca să se afle în acelaşi plan proiectant. In acest caz, cunoscând intervalul dreptei date, este uşor să se gradeze dreapta şi să se determine intervalul L_1 al dreptei căutate. Din triunghiul dreptunghi *c E f* (fig. 13, *b*), segmentul *ce* este egal cu 10 *L*, iar segmentul *ef* va fi egal cu 10 L_1. După aceasta, conform condiţiilor problemei, prin punctul *b* (67) se duce dreapta căutată, se gradează cu segmentul 10 L_1 (fig. 13, *a*) în partea dreaptă şi se notează pe ea cotele respective. Acestea vor creşte în ordine inversă faţă de dreapta *ab*.

Scanned with CamScanner

4. PROIECȚIA PLANELOR

Poziția planului în spațiu se determină:

1. prin coordonatele a trei puncte din spațiu, necoliniare;
2. printr'o dreaptă și un punct, care nu se află pe această dreaptă;
3. prin coordonatele unui punct și prin două direcții, care trec prin acest punct;
4. prin două drepte paralele.

Corespunzător cu aceasta, și în proiecție planul este dat prin diverse metode.

Rezolvarea problemelor se reduce la reprezentarea planului în proiecții cotate și la determinarea elementelor de direcție și de înclinare. In fig. 14 este reprezentat planul *P* și planul de proiecție *H*. Linia de intersecție a planului *P* cu planul de proiecție *H* se numește *urma planului* și se însemnă cu *Ph*. Linia *MN*, care se află în planul *P*, perpendiculară pe *Ph*, se numește *linia de înclinare* a planului sau linia de cea mai mare pantă. Unghiul format de această linie cu planul orizontal de proiecție *H* se numește *unghiul de înclinare al planului*.

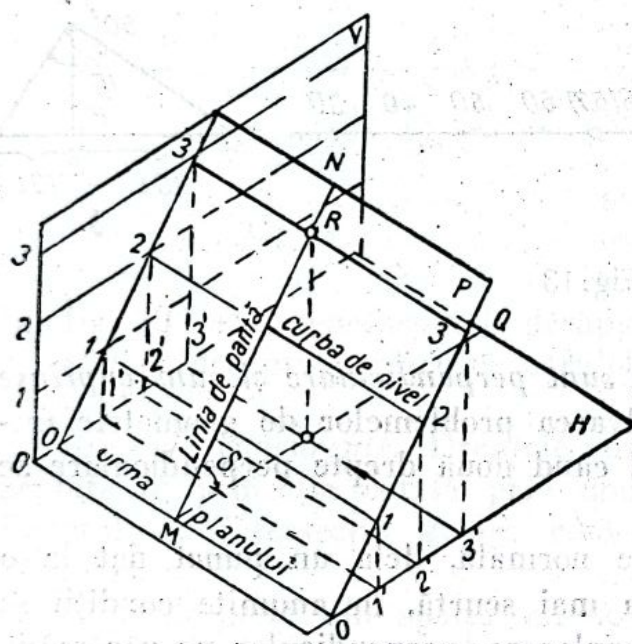


Fig. 14

Dacă se va tăia planul *P* cu plane orizontale echidistante pe verticală, se va obține, în secțiune, drepte orizontale echidistante, numite *curbe de nivel* ale planului *P*.

In fig. 14 sunt reprezentate curbele de nivel *1-1*, *2-2* și *3-3*. După cum se observă ușor, ele sunt perpendiculare pe linia de cea mai mare pantă.

Reprezentarea planului *P* în proiecție cotată se obține proiectând curbele de nivel ale planului *P* pe planul *H*.

Dreptele paralele echidistante *1'-1'*, *2'-2'*, *3'-3'*, din planul *H*, sunt proiecțiile curbelor de nivel *1-1*, *2-2*, *3-3*, din planul dat.

Proiecțiile curbelor de nivel cotate determină complect poziția planului în spațiu; deaceea, planul în proiecție este reprezentat, deobicei, prin curbe de nivel cotate.

Distanța dintre două curbe de nivel vecine depinde de unghiul de înclinare al planului și reprezintă intervalul liniei de cea mai

Scanned with CamScanner

mare pantă a acestuia (linia de înclinare). Linia de cea mai mare pantă a planului, gradată, se numește *scara de înclinare*. Unghiul dintre direcția pozitivă a axei x și curba de nivel a planului (în sensul direcției ultimului), măsurat în sensul de rotire al acelor unui ceasornic (fig. 15), se numește *unghi de orientare*, care, în terminologia mai jos stabilită, se va numi *unghi de direcție* al planului. Cu același termen se va numi și unghiul format la fel între partea de Nord a meridianului și curba de nivel a planului. Sensul liniei de înclinare a planului se ia în jos, iar sensul direcției, la stânga sensului de înclinare.

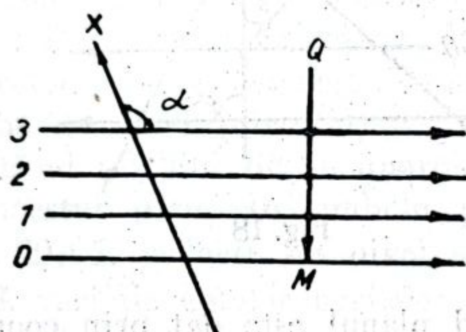


Fig. 15

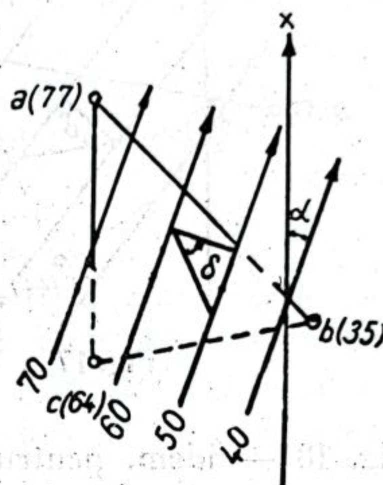


Fig. 16

Deaceea, dacă unghiul de direcție al planului se notează cu α, unghiul de direcție al proiecției va fi totdeauna egal cu $\alpha + 90^\circ$. Fig. 15 reprezintă, în proiecție cotată, planul P (fig. 14), după care nu este greu să se determine unghiul α, iar după mărimea intervalului, unghiul de cădere δ al planului.

Din cele expuse rezultă că proiecția planului pe desen poate fi reprezentată prin două curbe de nivel, sau prin proiecția gradată a liniei de înclinare (scara înclinării).

Problemele referitoare la reprezentarea planului în proiecție cotată și determinarea înclinării și a direcției lui se rezolvă în același mod, indiferent de caracterul datelor care determină planul dat. Planul fiind dat prin puncte, direcții sau combinații între ele, problema proiectării se reduce la următoarele operații: 1. reportarea pe desen a punctelor și a direcțiilor după datele problemei; 2. gradarea dreptelor sau a direcțiilor care unesc punctele date; 3. construirea curbelor de nivel ale planului, prin trasarea liniilor care unesc punctele de aceeași cotă; 4. determinarea unghiului de direcție α și a unghiului de înclinare δ al planului. In fig. 16 este reprezentată o suprafață și sunt determinate înclinarea și direcția, în funcție de coordonatele a trei puncte, date prin proiecție și cote. Unghiul de direcție α și unghiul de înclinare δ al planelor se măsoară, adeseori, cu rapor-

Scanned with CamScanner

torul. Determinarea lor mai exactă se face cu ajutorul formulelor din geometria analitică.

Fig. 17 ilustrează reprezentarea proiecției și determinarea unghiurilor α și δ ale planului, după o dreaptă dată, prin punctele *a* (*57*) și *b* (*14,5*), și după un punct *c* (*44*), situat în afara ei.

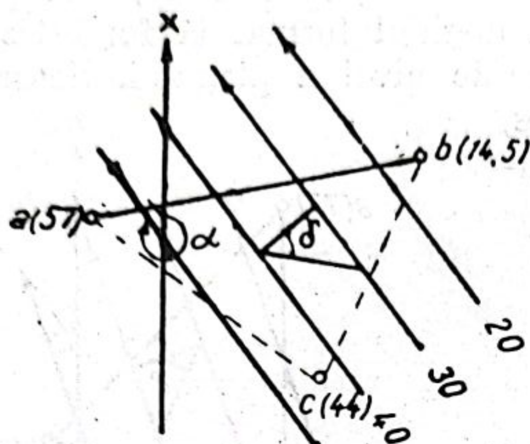


Fig. 17

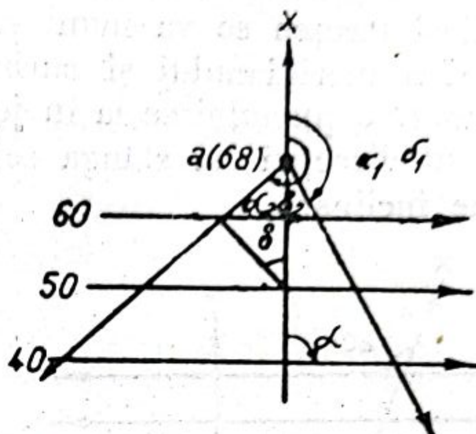


Fig. 18

Fig. 18 — idem, pentru cazul când planul este dat prin coordonatele unui punct și prin două direcții, care trec prin acest punct.

Fig. 19 — idem, dar pentru cazul când planul este dat prin două drepte paralele.

5. POZIȚIA RECIPROCĂ A PLANELOR

Planele în spațiu pot avea, unele față de altele, următoarele poziții caracteristice:

1. paralele între ele;
2. concurente.

Plane paralele. Fie planul P_1, dat prin coordonatele unui punct $A\ (x_1y_1z_1)$, $z_1 = 50$, prin unghiul de direcție α_1 și prin unghiul de în-

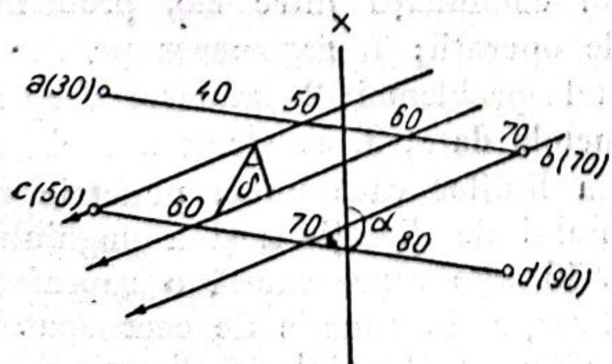


Fig. 19

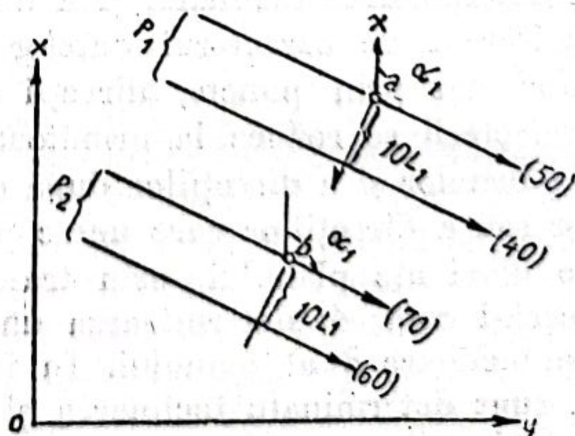


Fig. 20

clinare δ_1. Să se reprezinte planul P_2, paralel cu planul dat P_1 şi care trece prin punctul dat B $(x_2y_2z_2)$, $z_2 = 70$. Din coordonatele date, se construeşte proiecţia punctului A. Prin aceasta se trasează o direcţie de unghi α_1 (fig. 20). Aceasta va fi curba de nivel a planului P_1 cu cota $z_1 = 50$. Având unghiul de înclinare δ_1 al planului P_1, se calculează mărimea intervalului L_1 şi, folosind această mărime, se trasează a doua curbă de nivel, cu cota 40.

Astfel, planul P_1 este reprezentat în desen în planul de proiecţia cotată. Conform condiţiei puse, planul P_2, raportat la punctul B $(x_2y_2z_2)$, este paralel cu planul P_1, adică direcţia şi unghiul lui de înclinare trebue să fie aceleaşi ca şi ale planului P_1, şi anume, egale cu α_1 şi δ_1. Deaceea, reprezentarea lui este identică cu cea precedentă. Prin coordonate se construeşte proiecţia punctului B şi, prin el, se duce curba de nivel (direcţia) a planului P_2 de azimut α_1 (fig. 20). Cunoscând unghiul de înclinare δ_1, se trasează a doua curbă de nivel a acestui plan. In ambele plane, după cum este reprezentat în fig. 20: 1. curbele de nivel sunt paralele, 2. intervalele sunt egale şi 3. variaţia cotelor curbelor de nivel se face în aceleaşi sens.

Probleme de acest fel se pot întâlni la reprezentarea în desen a unei suite de strate aşezate paralel.

Plane concurente. Ca şi în cazul precedent, problema se reduce la reprezentarea planelor prin curbele lor de nivel şi la construirea liniei lor de intersecţie.

Se presupune că unghiurile de direcţie şi de înclinare ale planelor P_1 şi P_2, raportate la puncte determinate din spaţiu, sunt cunoscute.

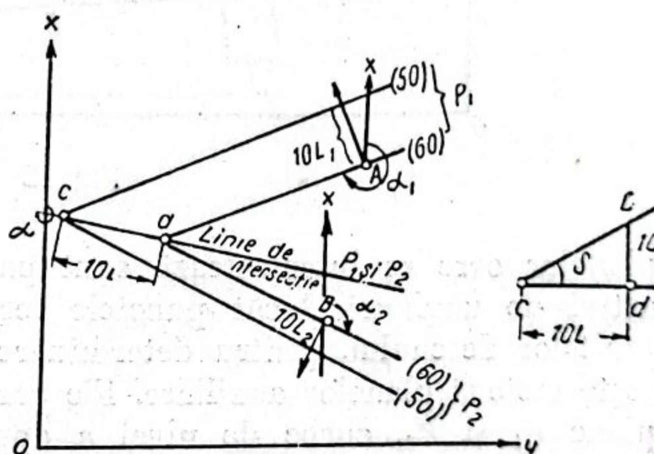


Fig. 21

Astfel, sunt date două plane P_1 şi P_2: planul $P_1 \ldots A$ $(x_1y_1z_1)$ $\alpha_1\delta_1$ şi planul $P_2 \ldots B$ $(x_2y_2z_2)$ $\alpha_2\delta_2$. Să se reprezinte în proiecţia cotată şi să se determine linia lor de intersecţie. Pentru a simplifica şi uşura construcţia, se va presupune $z_1 = z_2$ şi o serie de curbe de nivel de valori multiple, cu care se reprezintă planele P_1 şi P_2. După datele problemei, se reprezintă planele P_1 şi P_2 prin curbe de nivel. Linia de intersecţie va aparţine, în acelaşi timp, ambelor plane. Pentru ca să poată fi trasată în plan, este suficient să se găsească două puncte ale ei. Aceste puncte sunt, în fig. 21, punctele c şi d. Ele se află la intersecţia curbelor de nivel de aceeaşi cotă ale planelor P_1 şi P_2.

Punctul c este intersecția curbelor de nivel de cotă *50*, iar punctul d este intersecția curbelor de nivel de cotă *60*.

Dreapta care unește punctele c și d va fi proiecția liniei de intersecție a planelor P_1 și P_2. Adesecori, este necesar să se cunoască elementele direcției și ale înclinării acestei drepte. Din fig. 21 rezultă că α este unghiul de direcție, iar unghiul δ, în triunghiul cDd, este unghiul de înclinare față de planul orizontal.

Metoda arătată de construcție a liniei de intersecție a planelor, este comodă, atunci când curbele de nivel de aceeași cotă se intersectează în limitele desenului. In cazul când curbele de nivel ale

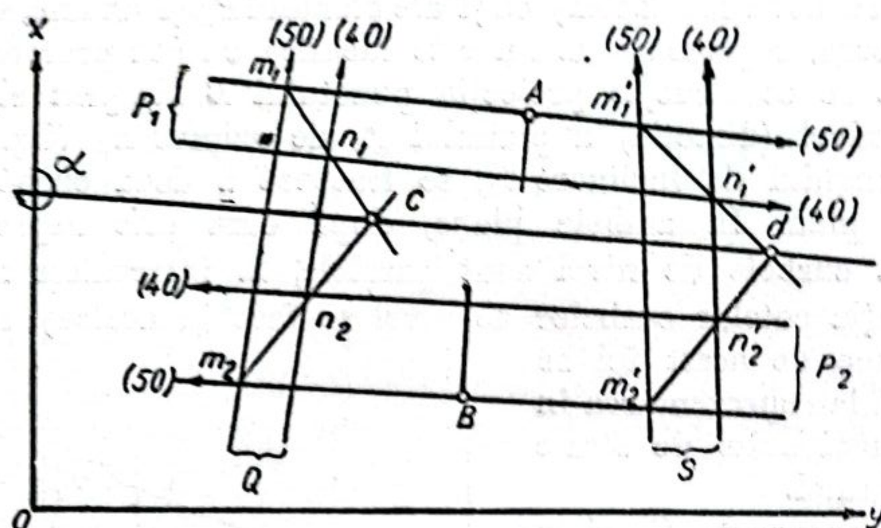


Fig. 22

planelor care se intersectează sunt paralele între ele, sau formează astfel de unghiuri, încât punctele lor de intersecție sunt în afara limitelor desenului, pentru determinarea liniei de intersecție se folosește metoda planelor auxiliare. Fie curbele de nivel ale sistemului de plane P_1 și P_2, curbe de nivel a două plane care se intersectează, (fig. 22). Punctele de intersecție ale curbelor de nivel de aceeași cotă vor fi situate în afara desenului. In acest caz, pentru determinarea liniei de intersecție se intersectează planele P_1 și P_2, care au poziții oarecare, cu un plan ajutător Q. Punctele $m_1n_1m_2n_2$ sunt punctele de intersecție ale curbelor de nivel de aceeași cotă, din planele Q, P_1, P_2, iar dreptele m_1n_1 și m_2n_2 sunt proiecțile liniilor de intersecție ale acestor plane. Prelungirea dreptelor dă punctul c, care aparține, în același timp, celor trei plane și care se găsește pe linia de intersecție căutată a planelor P_1 și P_2. Printr'o construcție analoagă, cu ajutorul unui al doilea plan auxiliar S, se găsește al doilea punct d, de pe linia de intersecție a planelor P_1 și P_2. Punctele c și d determină perfect poziția liniei de intersecție căutate, în spațiu, dacă vor fi cunoscute cotele lor. Aceste cote pot fi calculate cu ușurință, deoarece punctele c și d se află pe intersecția dreptelor, ale căror intervale sunt

cunoscute. Cota punctului c se obține folosind intervalele liniilor m_1c sau m_2c, iar cota punctului d se va determina cu ajutorul intervalelor de pe liniile m'_1d sau m'_2d. Pentru găsirea liniei de intersecție a planelor este suficient să se determine două puncte care se găsesc pe această linie. In cazul când curbele de nivel ale planelor care se intersectează, sunt paralele între ele, este ușor să se imagineze că linia de intersecție va fi paralelă cu ele și orizontală. In acest caz, pentru construirea proiecției liniei de intersecție este suficient să se găsească un punct de intersecție al planelor și, prin acest punct,

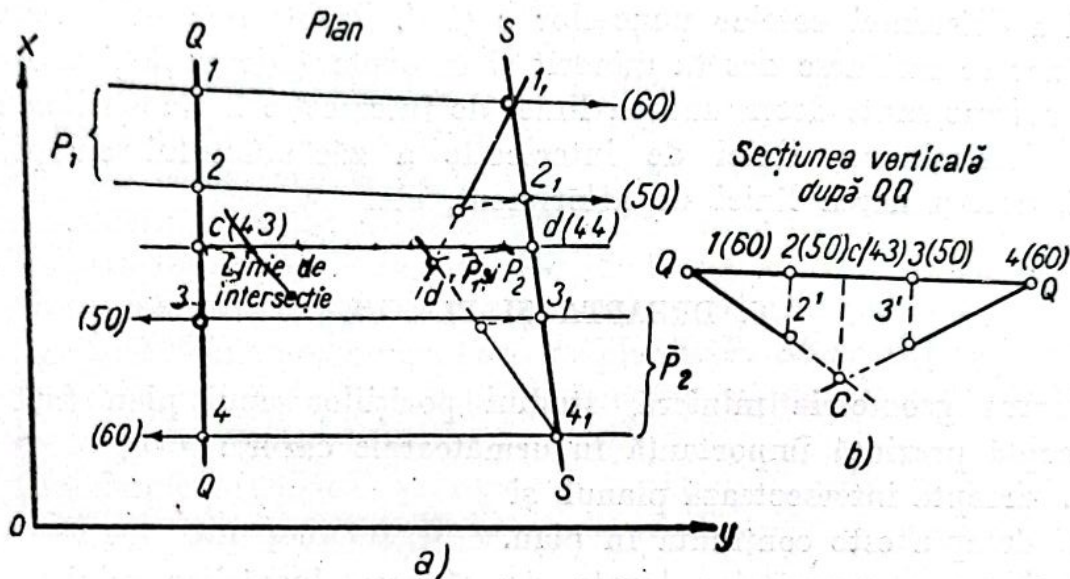


Fig. 23

să se ducă o dreaptă paralelă la curbele de nivel ale planelor date. Pentru determinarea liniei de intersecție a planelor, se folosesc, adeseori, planele ajutătoare verticale, care vor fi reprezentate în desen, prin linii drepte. In acest caz, punctul căutat de pe linia de intersecție se va găsi în planul vertical, care se va suprapune prin rotire peste planul desenului. In cazul planelor ajutătoare înclinate, toate construcțiile se fac în planul desenului. Pentru plane ajutătoare verticale, este necesar să se suprapună construcțiile din secțiunea verticală, pe construcția din planul desenului.

Fie dreptele paralele ale sistemului de plane P_1 și P_2, curbe de nivel ale planelor ce se intersectează (fig. 23). Se secționează după linia Q Q planele P_1 și P_2, cu planul vertical Q. Această secțiune este reprezentată în fig. 23 *b*. Punctul C se află pe linia de intersecție a planelor P_1 și P_2, iar c este proiecția punctului C pe linia de secțiune Q Q. Punctul c găsit se va trece în desen (fig. 23, *a*); cota punctului se obține din secțiunea verticală QQ și este egală cu *60* minus valoarea C c, adică *43*. Pentru determinarea celui de al doilea punct d de pe linia de intersecție a planelor P_1 și P_2, se secționează cu al doilea plan

auxiliar vertical *S*, după linia *SS*. Secţiunea obţinută nu se trasează separat, ci se suprapune peste planul desenului, (fig. 23, *a*) prin rotire în jurul dreptei *SS*. In secţiune se află punctul de intersecţie al planelor *d'* cu cota egală $60 - d'd = 44$. Punctul *d* pe linia *SS* este proiecţia punctului *d'*. Prin punctele astfel determinate, *c (43)* şi *d (44)*, se duce dreapta de intersecţie a planelor P_1 şi P_2. Direcţia ei se măsoară în sensul micşorării cotelor, adică dela punctul *d* spre punctul *c*. Unghiul de înclinare faţă de planul orizontal δ se determină după metoda deja cunoscută, în funcţie de lungimea proiecţiei dreptei *cd* şi a diferenţei cotelor punctelor *c* şi *d*. Problemele de intersecţii de plane se întâlnesc des în minerit şi în explorările geologice. Astfel de probleme sunt: determinarea liniei de intersecţie a flancurilor unei cute, determinarea liniei de intersecţie a zăcământului cu planul faliei, determinarea liniei de afloriment, etc.

6. DREAPTA ŞI PLANUL

Pentru geometria minieră, studiul poziţiilor unui plan faţă de o dreaptă prezintă importanţă în următoarele cazuri:

1. dreapta intersectează planul, şi
2. dreapta este conţinută în plan.

Problemele geometrice legate de săparea lucrărilor miniere de explorare şi deschidere determină probleme de intersecţie a dreptei cu planul, iar problemele legate de săparea lucrărilor miniere de pregătire pot fi analizate geometric, ca problemele unei drepte conţinute în plan.

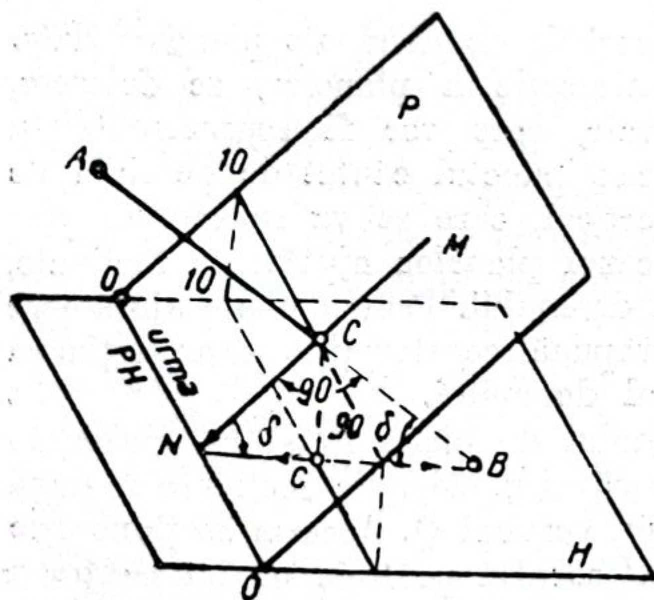


Fig 24

Dreapta intersectează planul. In astfel de cazuri se dau planul şi dreapta care străbate planul, iar valorile căutate sunt coordonatele punctului de intersecţie al dreptei cu planul şi lungimea dreptei dela punctul dat până la punctul de intersecţie. S'a arătat mai sus că lucrările miniere de deschidere sunt îndreptate adeseori pe perpendiculară, adică pe drumul cel mai scurt.

In fig. 24 este reprezentată poziţia în spaţiu a planului *P* şi a dreptei *AB*, perpendiculare pe plan. Dreapta intersectează planul *P*

Scanned with CamScanner

în punctul *C*. Dreapta perpendiculară pe plan este perpendiculară pe linia lui de cea mai mare pantă *MN* și se va găsi, fie în același plan cu ea, fie într'un plan paralel de proiecție. Dacă δ este unghiul de înclinare al planului, înclinarea dreptei față de planul orizontal va fi egală cu 90-δ. Aceasta se vede din triunghiul *NCB*. Astfel, în cazul analizat, proiecția liniei date va fi perpendiculară pe curbele de ninivel ale planului *P*. Inclinările dreptei *AB* și liniei de cea mai mare pantă a planului *P* sunt valori inverse, iar cotele vor varia în diferite direcții. Fig. 24, în proiecții cotate, este reprezentată în fig. 25.

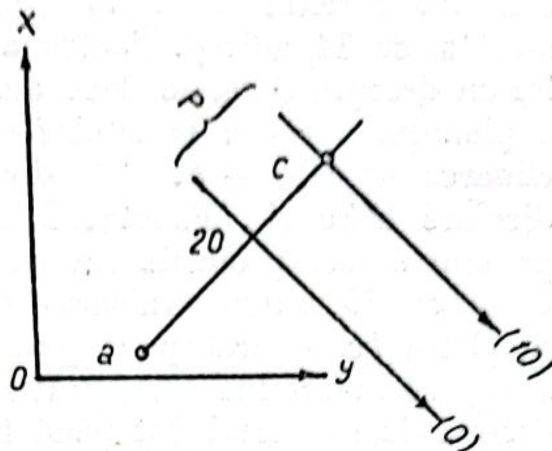


Fig. 25

Problemă. Se dă planul $P:A$ $(x_1y_1z_1)$, α, δ. Din punctul *B* $(x_2y_2z_2)$ se duce o dreaptă perpendiculară pe planul *P*. Să se determine coordonatele punctului de intersecție al dreptei cu planul și distanța dela punct la plan.

Din datele problemei se reprezintă planul *P* prin curbe de nivel (fig. 26, *a*). Din punctul *B* se duce o dreaptă perpendiculară pe

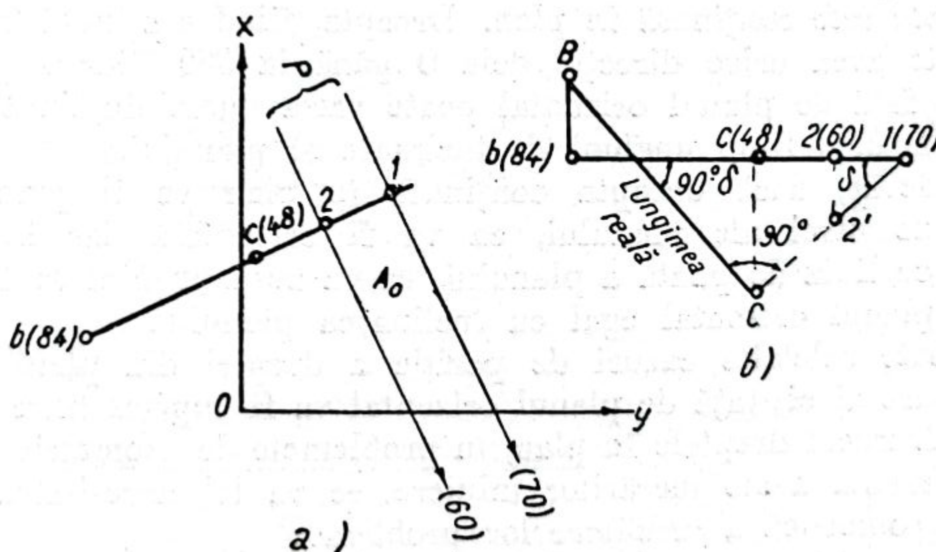


Fig. 26

curbele de nivel ale planului. Unghiul de înclinare al dreptei față de planul orizontal este de 90° —δ. Punctul de intersecție se va găsi în același timp pe dreaptă și în plan. Pentru găsirea lui se va folosi metoda deja cunoscută, a planelor ajutătoare. Se va secționa cu un plan vertical, care trece prin dreapta dată. Secțiunea

Scanned with CamScanner

va fi reprezentată separat (fig. 26, *b*). Se duce o linie orizontală şi pe ea se ia un segment egal cu *b*-1. Cota de nivel a dreptei *b*-1 este 70. Punctul *B* se va reprezenta în secţiune deasupra dreptei arătate, cu 14 unităţi. Pentru a găsi punctul de intersecţie al planului cu dreapta dată, se duce din punctul *1* o dreaptă cu înclinarea δ a planului, iar din punctul *B* se trasează o a doua dreaptă cu înclinarea de $90^0 - \delta$. Cele două drepte astfel trasate sunt perpendiculare între ele. Punctul *C* este punctul de intersecţie căutat, iar punctul *c* este proiecţia lui pe dreapta *b*-1. Cota sa este *48* şi este egală cu *70*, minus valoarea *Cc*. Luând în deschiderea compasului lungimea *bc*, se transpune punctul *c* (*48*) pe plan. Coordonatele sale *x* şi *y* se determină uşor, grafic, din desen. Valoarea reală a lungimii dreptei dela punctul dat până la cel căutat se determină prin simpla măsurare a lungimii *BC* (fig. 26, *b*). In cazul mai general, când dreapta dată are o poziţie oarecare faţă de plan, afară de coordonatele punctului, prin care trece dreapta, mai trebue să se cunoască direcţia şi unghiul de înclinare al dreptei faţă de planul orizontal. Cu aceste date ale dreptei, problema se va rezolva în mod analog cu cea precedentă. Cu înclinarea şi direcţia date, se construeşte planul prin curbele sale de nivel, raportat la un punct oarecare. Din punctul dat se construeşte dreapta după direcţia dată. Prin această dreaptă se duce un plan vertical, în care se va găsi punctul de intersecţie al dreptei cu planul dat.

Dreapta este conţinută în plan. Dreapta, fiind conţinută în planul dat, poate avea orice direcţie dela 0 până la 360^0, iar unghiul de înclinare faţă de planul orizontal poate varia numai în limitele dela 0^0 până la δ, δ fiind unghiul de înclinare al planului.

In adevăr, dacă dreapta conţinută în plan va fi paralelă cu curbele de nivel ale planului, ea va fi orizontală, iar în poziţie paralelă cu linia de pantă a planului, ea va avea unghiul de înclinare faţă de planul orizontal egal cu înclinarea planului.

In toate celelalte cazuri de poziţie a dreptei din plan, unghiul de înclinare al ei, faţă de planul orizontal va fi cuprins între limitele arătate. Intrucât dreptele în plan, în problemele de geometrie minieră, vor reprezenta axele lucrărilor miniere, se va ivi necesitatea de rezolvare geometrică a următoarelor probleme:

1. să se determine unghiul de înclinare faţă de planul orizontal al unei drepte conţinute într'un plan dat, aceasta având unghiul de direcţie α_0;

2. să se ducă într'un plan o dreaptă de înclinare dată.

Fie un plan *P* dat prin curbele sale de nivel (fig. 27, *a*) şi punctul *A* în acest plan, prin care trece dreapta *AB*. Proiecţia acestei drepte este linia *ab*. Să se determine unghiul de înclinare al dreptei *AB*. Se ia proiecţia segmentului dreptei *1-a* (fig. 27, *a*), cuprinsă între

curbele de nivel ale planului P (75) şi (70). Cotele extremităţilor segmentului sunt egale cu ale curbelor de nivel corespunzătoare. Cunoscând lungimea proiecţiei dreptei înclinate şi diferenţa cotelor capetelor ei, se determină unghiul de înclinare faţă de planul orizontal, aşa cum este reprezentat în fig. 27, *b*. Din punctul *a* al segmentului *1*—*a* (fig. 27, *b*) se ridică perpendiculara aa_1, egală cu diferenţa cotelor punctelor *a* şi *1*, şi prin capetele catetelor *1* şi a_1, se duce ipotenuza. Unghiul obţinut $\delta_0 = a_1 1 a$ este cel căutat.

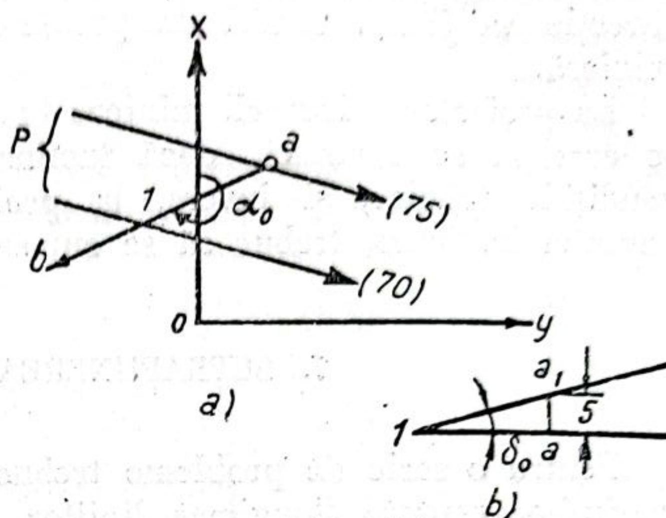


Fig. 27

Problema inversă. Prin punctul *a*, în planul *P*, se duce o dreaptă cu unghiul de înclinare δ_0 faţă de planul orizontal (sau cu înclinarea $i = \operatorname{tg} \delta_0$). Fie, ca şi mai sus, planul *P*, reprezentat prin curbele sale de nivel (fig. 28, *a*); δ_0 este dat în grade şi reprezentat în fig. 28, *b*. Deoarece diferenţa cotelor a două curbe de nivel vecine este egală în fig. 28, *a* cu cinci unităţi,

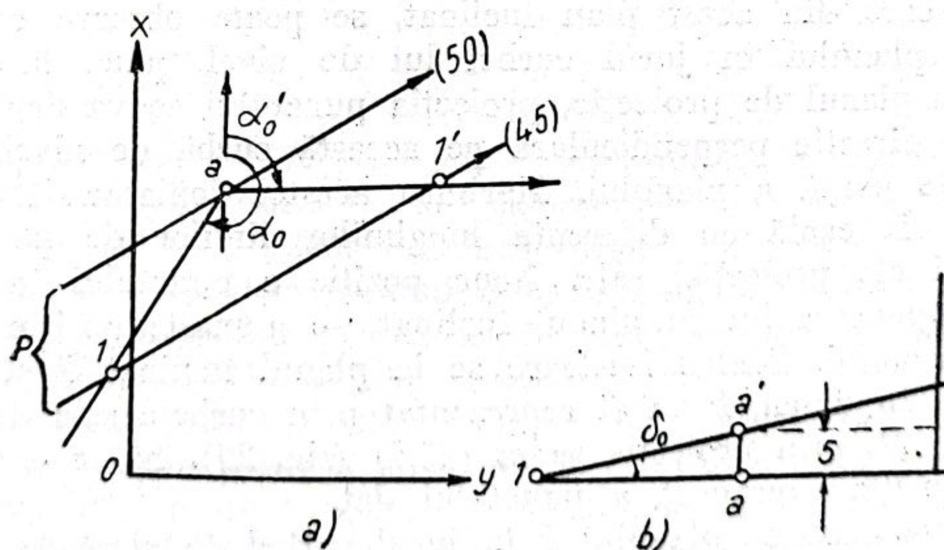


Fig. 28

se construesc pentru unghiul δ_0 din fig. 28, *b*, cinci intervale. Acesta va fi segmentul *1-a*, care are ca diferenţă între capete, cinci unităţi. Cu segmentul astfel obţinut, ca rază din punctul *a* pe fig. 28, *a*, se intersectează curba de nivel vecină şi se obţine punctul *1*, care se

Scanned with CamScanner

unește cu punctul a. Dreapta obținută va fi direcția căutată în plan. Rămâne de determinat în desen unghiul de direcție α_0. Nu este greu de văzut, că în planul cu unghiul de înclinare dat față de planul orizontal, va mai fi încă o direcție, și anume $a—1'$. Unghiul ei de direcție va fi α_0'. Astfel de probleme se întâlnesc des în practica minieră.

La proiectarea lucrării miniere în zăcământ pe o anumită direcție, se cere să se cunoască, dacă înclinarea acestei lucrări îndeplinește condițiile tehnice, și invers, la proiectarea lucrării miniere de o anumită înclinare, trebue să se cunoască poziția ei în plan.

7. SUPRAPUNEREA PLANELOR

Pentru o serie de probleme trebue să se obțină valorile reale ale mărimilor căutate (lungimea liniilor, mărimea unghiului, etc.). Dacă acestea au o poziție oarecare în spațiu, prin proiectarea lor pe un plan orizontal (planul desenului), forma și dimensiunile lor se deformează. Când toate elementele mărimilor căutate se cuprind într'un plan înclinat, pentru obținerea valorilor lor reale în desen, este destul să se suprapună acest plan înclinat peste planul de proiecție. Suprapunerea se face prin rotirea planului, care cuprinde toate datele căutate, în jurul unei curbe de nivel a planului. Luând un punct oarecare din acest plan înclinat, se poate observa ușor că, la rotirea planului în jurul curbei lui de nivel, până la poziția paralelă cu planul de proiecție, proiecția punctului se va deplasa pe plan pe o direcție perpendiculară pe această curbă de nivel, adică pe linia de pantă a planului. Mărimea acestei deplasări, în sensul arătat, va fi egală cu diferența lungimilor liniilor de pantă ale planului și ale proiecției sale. Noua poziție a punctului în desen, după suprapunerea lui cu planul înclinat, se numește poziția suprapusă a punctului. Pentru ilustrare se ia planul înclinat P și pe el, punctul M. In desen, P va fi reprezentat prin curbele sale de nivel, iar punctul M, prin proiecția sa m (*11,5*) (fig. 29). Să se determine pe plan poziția suprapusă a punctului dat.

Se va face rotirea planului P în jurul curbei de nivel de cota *8*. După rotire, punctele de pe această curbă de nivel vor rămâne pe loc. Toate celelalte puncte ale planului se vor deplasa în lungul liniilor de înclinare ale planului, cu o mărime oarecare. Prin punctul m (*11,5*) se va duce linia pe pantă ma a planului, în lungul căreia se va deplasa punctul dat, la suprapunerea planului P cu planul de proiecție.

Din desen rezultă că ma este proiecția liniei de înclinare Ma, mm_0 este egală cu diferența dintre cotele punctelor a și m, iar am_0 este

Scanned with CamScanner



lungimea reală a liniei de pantă. Când planul P se va suprapune pe planul de proiecţie (sau vor fi paralele), Ma va fi reprezentată în desen fără deformaţii, iar punctul dat M va ocupa pe direcţia liniei de pantă am, poziţia m'. Pentru determinarea acestei mărimi se va lua din punctul a, pe linia de pantă, un segment egal cu am_0. Punctul m' obţinut este punctul căutat al poziţiei suprapuse a punctului M.

Aplicând metoda arătată, se poate determina uşor mărimea reală a distanţei, pe perpendiculara dela punctul M la dreaptă.

Fig. 29

Fig. 30

Fie dreapta b (*19*) c (*15*), reprezentată în fig. 30, care este proiecţia segmentului BC, iar punctul d (*18*) este proiecţia unui punct oarecare D, situat în afara dreptei BC. Să se determine, pe normală, distanţa dela punctul D la dreapta BC. Pentru aceasta, prin dreapta BC şi punctul D, situat în afara dreptei, se duce un plan, în care linia d (*18*) k (*18*) reprezintă proiecţia curbei de nivel *18* (fig. 30), iar linia ac este proiecţia liniei de pantă. Pentru determinarea valorii reale a distanţei pe normală dela punctul D la dreapta BC, se duce planul înclinat menţionat, care este rotit în jurul curbei de nivel *18*, până când devine paralel cu planul de proiecţie. Prin rotaţie, punctul c se va deplasa pe direcţia liniei de pantă ac şi va ocupa poziţia c'. Punctul c' se va determina ca în cazul precedent, luând din punctul a, pe linia de pantă, segmentul ac_0, care este egal cu valoarea reală a lungimii liniei de pantă: $ac_0 = ac'$. In consecinţă, prin aducerea planului înclinat din spaţiu în poziţia paralelă cu planul de proiecţie, punctele d şi k vor rămâne fixe, fiind pe curba de nivel în jurul căreia s'a făcut rotirea, şi, prin aceasta, distanţa căutată de pe perpendiculara dusă dela punct

la dreaptă, va fi reprezentată în desen fără deformaţie. Măsurând segmentul *de* şi înmulţindu-l cu scara desenului, se obţine valoarea reală a distanţei căutate.

O etapă necesară în rezolvarea multor probleme de suprapunere a planelor este determinarea mărimii reale a unghiului dintre două drepte, care se intersectează. Unghiul format de două drepte concurente va fi reprezentat fără deformaţie în desen, dacă aceste drepte sunt conţinute într'un plan paralel cu planul de proiecţie. In toate celelalte cazuri, unghiul format de două linii drepte se deformează în proiecţie.

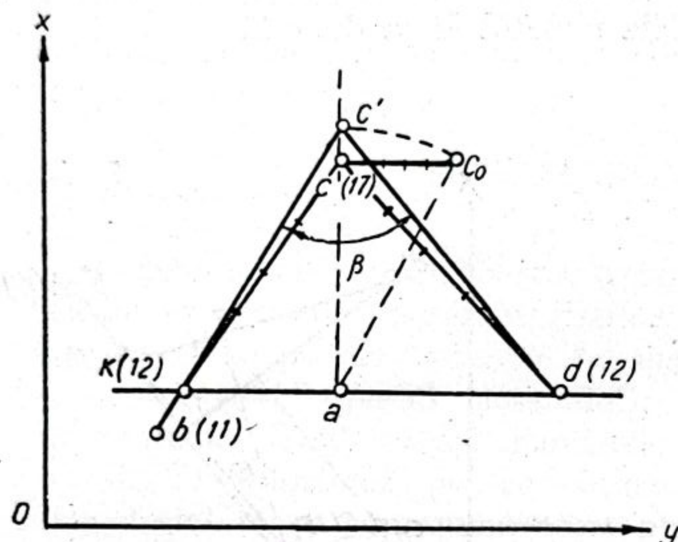


Fig. 31

Pentru determinarea valorii reale a unghiului se foloseşte metoda de suprapunere a planelor.

Fie în fig. 31, proiecţiile *b* (*11*) *c* (*17*) şi *c* (*17*) *d* (*12*) a două drepte care se intersectează în punctul *c*. Se cere să se determine valoarea unghiului β, format de aceste drepte.

Pentru a rezolva problema, prin dreptele date se duce un plan. Dreapta *k* (*12*) *d* (*12*) este linia de direcţie a acestui plan, iar dreapta *ca*, linia lui de cea mai mare pantă.

Se va roti planul în care se află dreptele care se intersectează, în jurul curbei de nivel *k* (*12*) *d* (*12*), până când este adus în poziţia paralelă cu planul de proiecţie. Prin aceasta, proiecţia vârfului unghiului se va deplasa pe direcţia liniei de pantă a planului şi va ocupa poziţia *c'*, iar punctele *k* (*12*) şi *d* (*12*) vor rămâne pe loc. Unind punctul *c'* cu punctele *k* şi *d*, se va obţine în desen reprezentarea valorii reale a unghiului β.

In geometria minieră se întâlneşte destul de des problema determinării valorii reale a unghiului dintre plane, de exemplu determinarea unghiului unei cute, determinarea unghiului format de un strat şi o falie, etc. Pentru rezolvarea acestor probleme se foloseşte tot metoda suprapunerii planelor.

Fie P_1 şi P_2, două plane concurente, care trec prin punctele *a* şi *b*. In fig. 32, aceste plane sunt reprezentate prin două sisteme de curbe de nivel cu cote identice, *80* şi *70*. Curbele de nivel de aceeaşi cotă, din planele P_1 şi P_2, dau punctele de intersecţie *c* şi *d*, care, prin

unirea lor cu o dreaptă și cu prelungirea ei, dau proiecția liniei de intersecție a planelor date.

Valoarea reală a unghiului dintre cele două plane se va găsi într'o secțiune normală pe linia lor de intersecție. Planul de secțiune normală Q este perpendicular, în spațiu, pe linia de intersecție a planelor P_1 și P_2 și, deaceea, curbele de nivel ale planului vor fi perpendiculare pe proiecțiile acestei linii. Inclinarea Q este orientată în sens invers față de direcția pantei liniei dc și este egală cu $90^0—\delta_0$, dacă δ_0 este unghiul de înclinare față de planul orizontal al liniei de intersecție. Cunoscând pentru dc mărimea intervalului (L_1) din triunghiul $cd'e$, se determină ușor mărimea intervalului (L_2), pentru planul normal de secțiune Q. Aici, segmentul de este egal cu $10\ L_2$. Folosind mărimea $10\ L_2$, se reprezintă planul Q prin curba de nivel de aceleași cote ca și ale planelor care se intersectează, referind planul Q la punctul d. Planul Q va intersecta planele P_1 și P_2, după liniile df și dg, care, în secțiune normală, dau valoarea reală a unghiului dintre P_1 și P_2. Intrucât secțiunea normală Q, în care este cuprins unghiul căutat, este înclinată, la reprezentare în desen acest unghi va fi deformat. Pentru a-l obține în desen în mărime reală, se aduce planul Q în poziție paralelă cu planul de proiecție. Rotirea lui se face în jurul curbei de nivel *70*. Punctele f și g vor rămâne la rotire pe loc, iar proiecția vârfului unghiului (punctul d) va ocupa poziția d'. Unind punctul d' cu f și g, se obține unghiul real ν dintre planele intersectate P_1 și P_2. După cum se vede în desen, rotirea planului Q în jurul curbei de nivel se poate face spre dreapta sau spre stânga, în scopul obținerii unei construcții cât mai clare.

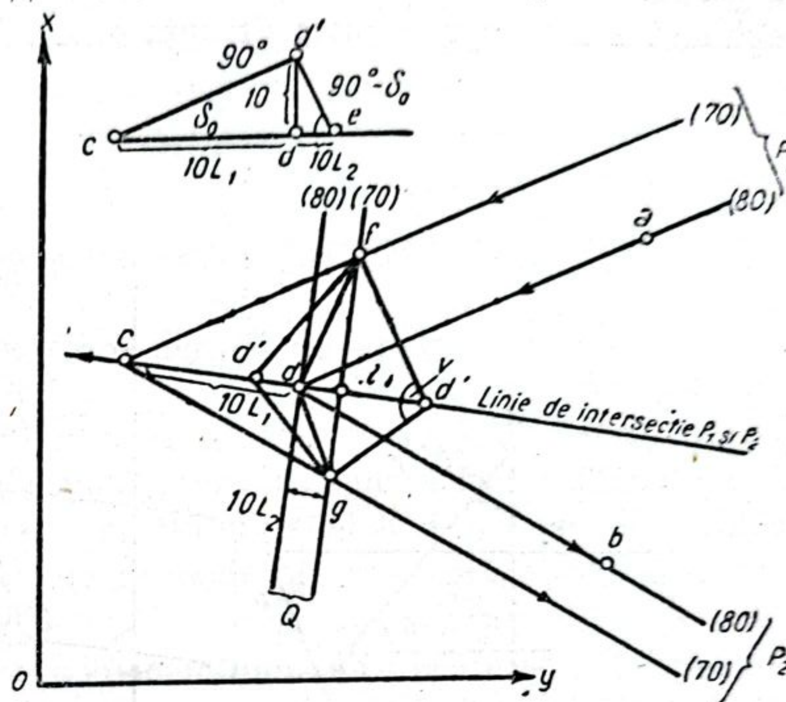


Fig. 32

La determinarea valorilor unghiulare, adeseori poate fi întâlnită problema determinării mărimii reale a unghiului format de o dreaptă și un plan. Această problemă va fi analizată mai jos.

Scanned with CamScanner

In fig. 33, *a* este redată reprezentarea în spaţiu a planului *P* şi a dreptei *AB*, care intersectează planul *P* în punctul *B*. Dacă din punctul *A* se coboară perpendiculara *AA'* pe planul *P*, atunci ∢ *ABA'* = β, va fi unghiul căutat dintre dreaptă şi planul dat, deoarece segmentul *A'B*, prin construcţie, este proiecţia dreptei date *AB*, pe planul *P*. Unghiul β se calculează uşor, dacă se găseşte valoarea unghiului *A'AB*, cuprins între dreapta dată *AB* şi perpendiculara *AA'*,

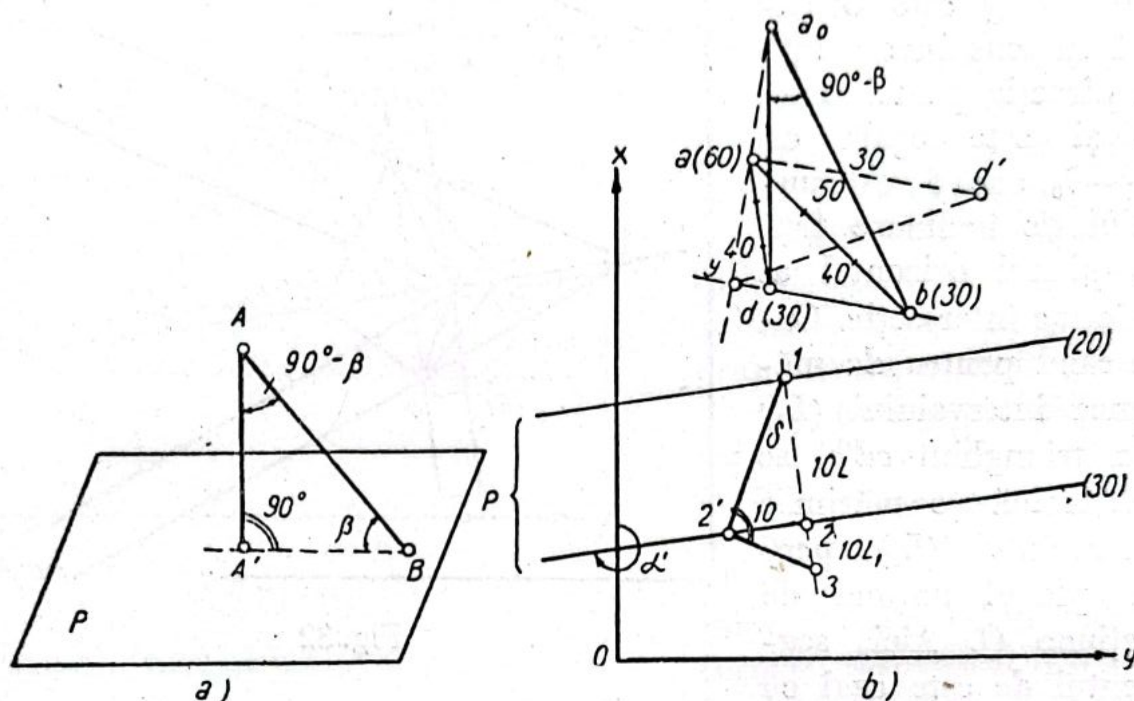


Fig. 33

coborîtă din punctul *A* pe planul *P*. Astfel, problema se reduce, în esenţă, la determinarea mărimii reale a unghiului dintre două drepte care se intersectează, prin metoda suprapunerii.

In fig. 33, *b* sunt reprezentate, în proiecţia cotată, planul *P*, punctul *C* dat prin coordonate şi elementele de înclinare şi de direcţie α şi δ, cum şi dreapta *AB*, dată prin coordonatele punctelor *A* şi *B*. Ultima poate fi dată prin coordonatele unui punct *A* şi prin elementele de direcţie şi de înclinare ale dreptei *AB*, adică unghiul de direcţie şi unghiul de înclinare.

Planul *P* este reprezentat după datele problemei, prin două curbe de nivel având cotele *30* şi *20*. Proiecţia dreptei ***a*** *(60)* ***b*** *(30)* este gradată prin zece intervale.

Din punctul ***a*** *(60)* în fig. 33, *b* se duce o dreaptă ***ad***, care este proiecţia perpendicularei pe planul *P*. Folosind triunghiul dreptunghi 12'3, construit pe prelungirea dreptei ***ad*** şi având înălţimea

Scanned with CamScanner

$2' - 2 = 10$ unităţi, se găseşte mărimea segmentului $2 - 3 = 10\ L_1$. Cu acesta din urmă se gradează dreapta *ad*.

Astfel, se obţin în desen dreptele *a* (*60*) *b* (*30*) şi *a* (*60*) *d* (*30*), care se intersectează în punctul *a*. După metoda arătată, se găseşte poziţia suprapusă a_0 a punctului *a*, prin rotirea planului care trece prin dreptele *ab* şi *ad*, în jurul curbei de nivel de cotă 30.

Unghiul da_0b va da mărimea reală a unghiului format de dreapta dată *AB* şi de perpendiculara pe planul *P*, dusă din punctul *A*. Unghiul arătat este egal cu $90^0 - \beta$ de unde se găseşte uşor, prin calcul, unghiul căutat β, format de dreapta *AB* şi planul *P*.

8. DESPRE SUPRAFEŢELE TOPOGRAFICE

a) Consideraţii generale

Suprafaţă topografică se numeşte o suprafaţă de formă neregulată, care nu poate fi exprimată printr'o formulă matematică. O astfel de suprafaţă este scoarţa pământului, modelată de agenţii geologici şi de forţa gravitaţiei şi care are sub ea, în esenţă, rocele sfărâmate sub formă de aluviuni.

Suprafaţa topografică a pământului, în legătură cu explorarea şi cu exploatarea zăcămintelor, apare ca unul dintre obiectele importante ale cercetărilor geometriei miniere. Deaceea, i se va acorda o atenţie deosebită.

Profesorul P. C. Sobolevski a dovedit posibilitatea şi utilitatea caracterizării formei zăcămintelor, a condiţiilor de aşezare a lor şi a însuşirilor variabile ale zăcămintelor, prin suprafeţe topografice, despre care se va vorbi mai pe larg în capitolul „Geometrizarea zăcămintelor de substanţe minerale utile".

Trebue amintit însă aici că, în cazul zăcămintelor, suprafaţa topografică este o suprafaţă de corpuri ascunse (invizibile), sau o suprafaţă convenţională (la caracterizarea însuşirilor variabile ale zăcământului), pe când suprafaţa topografică a scoarţei pământului este o suprafaţă vizibilă. Este evidentă şi diferenţa în condiţiile de formare a acestor suprafeţe.

In capitolul de faţă se expune caracteristica generală a suprafeţelor topografice şi analiza suprafeţei topografice a pământului. Suprafaţa topografică, în sensul matematic, are proprietăţi determinate, care au fost remarcate de profesorul P. C. Sobolevski.

Suprafaţa topografică este străpunsă de verticala locului sau de normala la planul de proiecţie, numai într'un singur punct.

Dacă suprafaţa topografică se exprimă prin funcţia

$$z=f(x,y), \tag{1.2}$$

această funcţie satisface următoarele patru condiţii:

1. Condiţia de sens finit, şi anume, pentru orice punct al suprafeţei topografice, z va fi finit, adică valoarea lui z nu poate fi infinit de mare, pozitivă sau negativă.

2. Condiţia de valoare unică, şi anume, pentru coordonate date x şi y, a treia coordonată nu poate avea decât o singură valoare. Aceasta rezultă din proprietatea fundamentală a suprafeţei topografice.

3. Condiţia de continuitate, şi anume, la o deplasare infinit de mică a punctului în planul orizontal (creşterii infinit mici a coordonatelor x şi y) îi corespunde o creştere infinit mică a funcţiei (coordonata z).

4. Condiţia variaţiei lente, şi anume, curbele diferitelor secţiuni plane ale suprafeţei (curbele de nivel, liniile de profil) au o variaţie lentă şi o curbură care variază în mod treptat.

Gradul de variaţie lentă al funcţiei determină cuantumul necesităţilor de observaţii.

Dacă totalitatea rezultatelor observaţiilor dă posibilitatea construirii, într'un interval sau altul, a unei curbe continue, reprezentând funcţia cercetată, atunci se poate considera că observaţiile sunt suficiente.

Suprafaţa topografică nu poate fi reprezentată în mod evident, adică nu poate fi exprimată printr'o formulă matematică. Deaceea, rămâne ca mod unic de caracterizare a funcţiei, reprezentarea ei grafică, după o serie de valori particulare ale ei. Dintre toate metodele de reprezentare a suprafeţei topografice, cea mai folosită este metoda curbelor de nivel, în proiecţii cotate. Această metodă dă o reprezentare simplă, sugestivă şi precisă a suprafeţei topografice.

b) Elementele de structură ale suprafeţei topografice a terenului

In urma formării reliefului suprafeţei pământeşti, sub acţiunea gravitaţiei particulelor solide şi lichide, apar, în mod treptat, prin dislocarea terenului, linii deosebite structurale ale reliefului sub formă de văi, de creste şi de linii de cumpănă ale apelor, care, în totalitatea lor, se numesc *elemente de structură ale suprafeţei topografice*. Ele sunt linii de inflexiune a terenului, care, în plan, unesc punctele de inflexiune ale curbelor de nivel. Liniile de inflexiune ale suprafeţelor convexe sunt numite pozitive, iar ale suprafeţelor concave, negative. Astfel, aceste linii se mai numesc şi *invarianţi* ai suprafeţei

Scanned with CamScanner

topografice. In fig. 34 sunt trasaţi, cu linii pline, invarianţii pozitivi, şi cu linii punctate, invarianţii negativi. In scheme de structură se trasează, deobicei, liniile pozitive în culoare roşie, iar liniile negative, în culoare verde.

Ambele sisteme de linii de invarianţi se complectează cu *platourile* invarianţilor orizontali, în locurile unde invarianţii de nivel se unesc. Aici sunt cuprinse platourile din reliefurile de şes.

Invarianţilor orizontali de platou la limită, le aparţin şi unele puncte speciale ca: vârfurile înălţimilor şi punctele de cea mai mare adâncime, în depresiuni şi în pâlnii. Inflexiunile de teren se exprimă nu numai prin sinuozitatea curbelor de nivel, ci şi prin distanţa dintre ele. Aceasta are loc la reprezentarea unor elemente de relief ca: terase, poalele versanţilor şi ale marginilor văilor. Elementele reliefului se pot caracteriza cu mai multă precizie, cu ajutorul liniilor de profil.

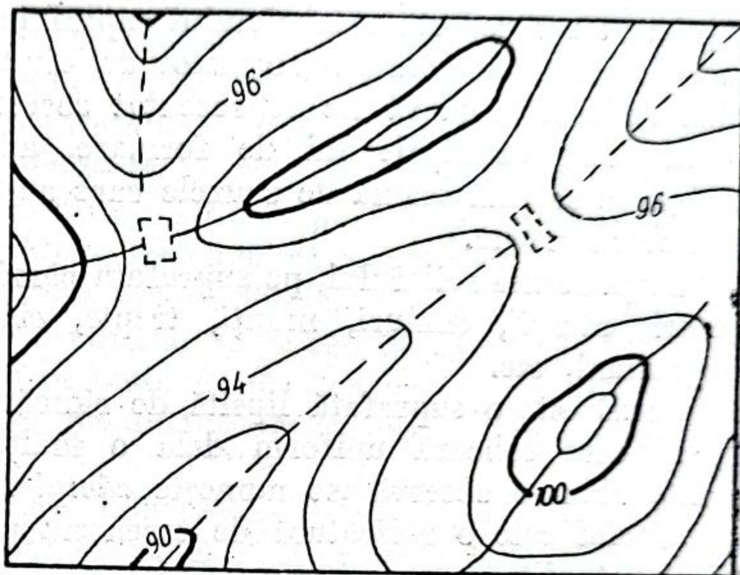


Fig. 34

Elementele de structură (invarianţii) arătate mai sus sunt de o importanţă deosebită în ridicarea şi reprezentarea suprafeţelor de teren. Dealungul lor se determină, deobicei, înălţimile în punctele de inflexiune. Pentru trasarea curbelor de nivel ale unei suprafeţe topografice nu sunt suficiente numai liniile şi punctele de inflexiune. In funcţie de curbura curbelor de nivel, este necesar şi un număr determinat de linii de pantă (nu este obligator să fie liniile de cea mai mare pantă), cu punctele de altitudine plasate pe ele, corespunzător profilului.

Prin sistemul invarianţilor şi al liniilor de pantă, suprafaţa topografică se împarte, la o ridicare topografică, într'o serie de poligoane ale unui poliedru înscris, ale cărui laturi şi vârfuri formează scheletul suprafeţei. Acest schelet trebue să fie cât mai apropiat de suprafaţa topografică propriu zisă. Gradul de asemănare depinde de scara ridicării şi, deci, de planul şi de înălţimea *h* dintre curbele de nivel, cum şi de caracterul reliefului. Numărul suficient de puncte ridicate se verifică pe calea luării înălţimilor de control, într'o serie de puncte, ale suprafeţei ridicate. Conform normelor, se admite

Scanned with CamScanner

o deviere în înălţime, între punctul de control obţinut după ridicare şi după desen, cu curbe de nivel până la 1/3—1/4 din echidistanţa folosită.

Elementele de structură ale unei suprafeţe topografice sunt strâns legate de formele sau elementele de relief.

c) Formele fundamentale ale reliefului

Neregularităţile scoarţei terestere au forme foarte variate. Pentru reprezentarea corectă a scheletului suprafeţei topografice terestere, are mare însemnătate studiul formelor reliefului. Ca să se înţeleagă mai bine relieful şi ca să fie reprezentat corect, este necesar să se imagineze clar condiţiile lui de formare, adică, la studiul reliefului, trebue să se ţină seamă de cauzele care au condiţionat apariţia deosebirilor observate.

După forma reliefului, pe suprafaţa pământului se evidenţează (22): şesuri, câmpii, dealuri, munţi, trepte, creste, denivelări, văi, chei, depresiuni, etc.

Şesul este o suprafaţă lipsită de ridicături sau adâncituri vizibile. Şesul care coboară uniform dela o înălţime oarecare, astfel încât panta abia se observă ,se numeşte *câmpie*.

Dealul este o ridicătură de teren nu prea înaltă, cu vârful deobicei rotunjit.

Muntele este o înălţare a suprafeţei terestre, de formă conică sau în formă de cupolă, cu întindere limitată, ridicându-se izolat faţă de terenul de câmpie înconjurător. La orice munte se deosebesc: vârful, adică partea cea mai ridicată, care se termină fie printr'o platformă (platou) aproape orizontală, fie printr'un vârf ascuţit; coastele sau versanţii, care pornesc din vârf în toate direcţiile şi poala, care este baza ridicăturii, unde se termină pantele şi terenul trece în şesul înconjurător. Un munte tipic va fi un vulcan izolat sau sopca (în limbajul siberian).

Ridicătura mărginită de poală numai într'o singură parte se numeşte treaptă. Intre munţi se evidenţiază culmi separate, lanţuri, coame şi creste.

Coama este o ridicătură de teren desvoltată într'o singură direcţie. In secţiune transversală, coama seamănă cu muntele cu doi versanţi, mai mult sau mai puţin abrupţi. In secţiune longitudinală, coama prezintă o curbă ondulată ,care se coboară într'o parte sau în ambele părţi. Astfel, la o coamă se deosebesc doi versanţi şi o linie de *creastă* sau *cumpănă a apelor*, care trece pe vârful ei şi care leagă punctele cele mai înalte ale profilului ei transversal. Părţile denivelate ale liniei de creastă se numesc pasuri.

Din coama principală se desprind, adesecori, coame laterale de dimensiuni mai mici, care coboară spre șesul înconjurător și care se numesc coame secundare. Un platou aproape orizontal de pe versantul unei creste sau al unui munte se numește terasă sau treaptă. Dela terasă, într'o parte pornește coborîșul, iar în partea opusă, urcușul. Linia de schimbare a pantei se numește inflexiune.

Depresiunea este o adâncitură în formă de cupă, o parte concavă a suprafeței terestere, adică o denivelare contrară muntelui. Depresiunea se caracterizează prin; partea cea mai joasă, care reprezintă o platformă aproape orizontală, mai mult sau mai puțin însemnată; flancurile sau coastele laterale, care diverg din fundul depresiunii în toate părțile; linia flancurilor, unde depresiunea trece în șesul înconjurător. O depresiune mică se numește adâncitură sau groapă.

Spre deosebire de creastă, *denivelarea* este o adâncitură inversă crestelor muntoase; ea are o desvoltare întinsă, pe o singură direcție. In secțiune transversală, denivelarea seamănă cu o căldare, formând două flancuri sau coaste; în secțiune longitudinală, ea se prezintă mai mult sau mai puțin ca o curbă înclinată, cu o cădere spre gura denivelării. La o denivelare se deosebesc: două flancuri și un talveg sau linia de scurgere a apelor, dealungul căreia merge patul pârâului sau al râului.

O denivelare mare și largă, cu flancurile întinse și cu o cădere mică a curentului de apă, se numește vale.

Denivelarea îngustă, cu flancurile abrupte și cu panta mare a liniei de scurgere a apelor, se numește defileu sau pas, în cazul când întretaie o creastă și ,o râpă, care se află pe șes sau pe coasta unei deal.

O mică denivelare cu flancurile aproape verticale se numește cheie sau viroagă.

d) Variația lentă a suprafeței topografice și gradul ei de descompunere prin punctele de ridicare (cercetare)

Pentru a reprezenta în plan o suprafață topografică, este nevoie de un număr determinat de puncte ale acesteia, care se numesc puncte de ridicare sau, mai general, puncte de cercetare.

Cu cât se iau mai multe puncte, pe suprafață (în locurile ei caracteristice) și, prin urmare, cu cât distanța dintre curbele de nivel trasate este mai mică, cu atât suprafața topografică este reprezentată mai precis.

Pentru a elimina nedeterminarea porțiunilor suprafeței topografice, care se află între curbele de nivel, se consideră aceste părți de teren ca având o variație lentă, o înclinare uniformă, iar în profil, ca neavând linii frânte.

Suprafaţa cuprinsă între două curbe de nivel vecine este, propriu zis, o suprafaţă curbă. Deaceea, orice linie dusă pe această suprafaţă este o linie curbă. Totuşi, în anumite condiţii, se pot lua porţiuni din această curbă, considerându-le ca segmente drepte. Cu cât aceste segmente de drepte vor fi mai scurte, cu atât ele vor putea fi mai uşor asimilate cu o linie dreaptă. Această observaţie serveşte ca bază pentru înlocuirea liniilor curbe, care unesc punctele aşezate pe curbele

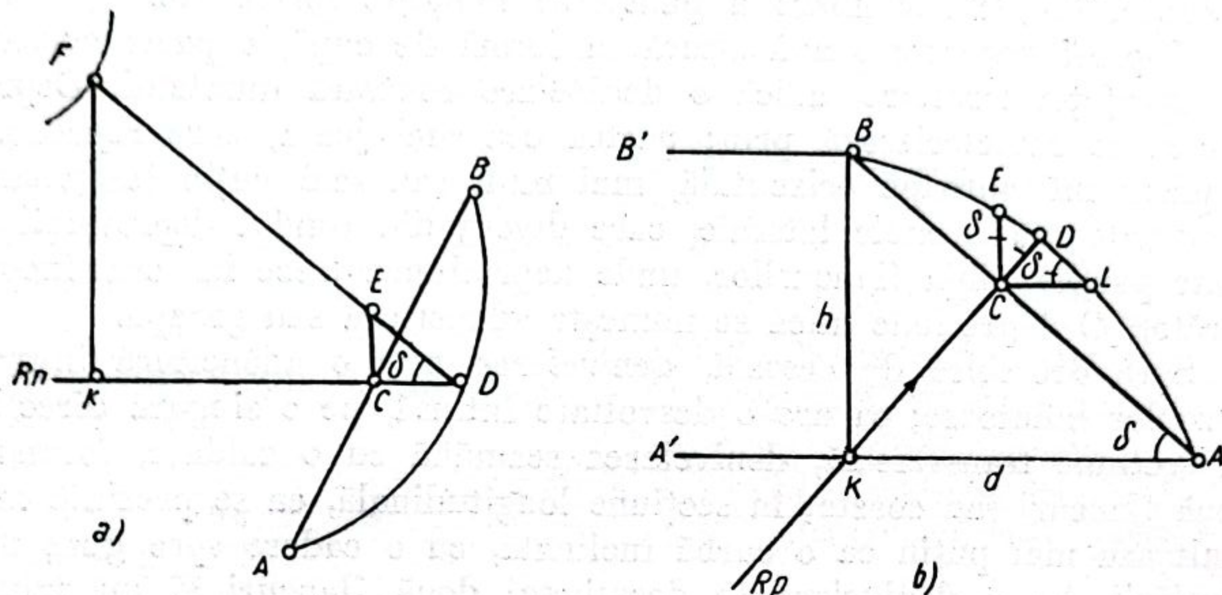


Fig. 35

de nivel ale unei suprafeţe topografice, prin linii drepte, în cazul când lungimea segmentelor este destul de mică ,astfel încât eroarea de înlocuire să corespundă preciziei cerute.

Prof. N. G. Kell a propus (22) o metodă de apreciere a variaţiei lente pentru suprafaţa topografică şi a descompunerii ei prin puncte de ridicare, care să asigure precizia cerută la reprezentarea acestei suprafeţe. Principiul metodei constă în următoarele.

La ridicarea suprafeţei topografice, ultima se descompune prin puncte de ridicare aşezate pe direcţie (în lungul curbelor de nivel — descompunere orizontală) şi pe înclinare (descompunere verticală). Punctele pe direcţie caracterizează forma curbelor de nivel, iar punctele pe înclinare oglindesc forma profilului.

Orice punct de ridicare trebue să îndeplinească ambele funcţiuni. Pentru determinarea densităţii necesare a punctelor de ridicare pe diferitele direcţii, trebue să se stabilească raportul dintre distanţa care există între punctele de ridicat şi precizia de reprezentare a suprafeţei topografice, după cele două direcţii caracteristice, — pe direcţie şi pe înclinarea suprafeţei. Pentru aceasta, se calculează întâi valoarea erorii, care se face în ce priveşte cota punctului, în urma înlocuirii curbei prin coardă, atât pentru curbele de nivel, cât şi pentru liniile de profil ale suprafeţei. Se micşorează, apoi, această eroare,

Scanned with CamScanner

prin folosirea curburii segmentelor vecine şi a proprietăţii de variaţie lentă.

In fig. 35, *a*, punctele *A* şi *B* ale descompunerii orizontale determină un sector al unei curbe oarecare de nivel, a cărei coardă este dreapta *AB*. Punctul *F* se găseşte pe o curbă de nivel vecină, în planul secţiunii de profil *DFK*. Aici, *FK* este echidistanţa *h* a curbelor de nivel. Dreapta *KD* este valoarea proiecţiei *d*. Se presupune că punctul *E* are cota egală cu a punctului *C*, adică cota curbei de nivel *AB*, cu toate că, în realitate, o depăşeşte cu o valoare $CE = \Delta H$

$$\Delta H = \overline{CE} = \overline{CD}\,\mathrm{tg}\,\delta = p\,\mathrm{tg}\,\delta,$$

în care: *p* este săgeata la mijloc între coardă şi curba de nivel;
δ — unghiul de înclinare (pantă) al suprafeţei.

In baza teoremei de egalitate a produselor segmentelor de coarde, care se intersectează în interiorul cercului, rezultă aproximaţia

$$\frac{l}{2} \cdot \frac{l}{2} = (2R_n - p)p \cong 2R_n p \quad \text{sau} \quad p = \frac{l^2}{8R_n},$$

în care: $l = \overline{AB}$, R_n este raza de curbură a arcului curbei de nivel *ADB*

Prin urmare,

$$\Delta H = \frac{l^2}{8R_n}\,\mathrm{tg}\,\delta. \tag{1.3}$$

In fig. 35, *b* este reprezentată secţiunea verticală (în profil) *BDA* a unei suprafeţe, prin proiecţiile *BB'* şi *AA'* a două curbe de nivel vecine, cu echidistanţa *hd* între ele.

Punctele *A* şi *B* ale curbei profilului se unesc prin coarda $\overline{AB}$. Inlocuind curba *AB* prin coarda ei, cota punctului situat la mijloc, între punctele *A* şi *B*, este egală cu cota punctului *C*. In realitate, acest punct mediu are cota punctului *E*. Astfel, eroarea ΔH a cotei este egală cu segmentul $\overline{CE}$. Se exprimă acest segment prin mărimi accesibile determinării:

$$\Delta H = \frac{\overline{CD}}{\cos\delta} = \frac{\overline{AB}^2}{8R_p\cos\delta},$$

dar $\overline{AB}$, la rândul său, este egal cu $\frac{h}{\sin\delta}$ sau $\frac{d}{\cos\delta}$ de unde:

$$\Delta H = \frac{h^2}{8R_p\cos\delta\sin^2\delta} = \frac{d^2}{8R_p\cos^3\delta}, \tag{1.4}$$

în care: R_p este raza de curbură a arcului de profil *ADB*;
h — eschidistanţa curbelor de nivel;
d — proiecţia;
δ — unghiul de pantă al suprafeţei.

4

Din formulele (1.3) şi (1.4) se poate obţine expresia pentru distanţa l dintre două puncte vecine de ridicare, situate pe curbe de nivel vecine (descompunere orizontală), valoarea echidistanţei h, a secţiunii curbelor de nivel sau a proiecţiei d (descompunerea verticală), în funcţie de mărimea erorii admisibile ΔH, a înălţimii unghiului de înclinare δ şi a razelor de curbură ale curbelor de nivel şi profilelor, şi anume:

$$l = 2{,}83\sqrt{\Delta H R_n \operatorname{ctg}\delta}; \quad (1.5)$$

$$h = 2{,}83 \sin\delta \sqrt{\Delta H R_p \cos\delta}; \quad (1.6)$$

$$d = 2{,}83 \cos^{3/2}\delta \sqrt{\Delta H R_p}. \quad (1.7)$$

Din ultimele formule rezultă că, odată cu creşterea razelor de curbură, se poate admite şi creşterea lui h, l şi d.

Creşterea unghiului de înclinare δ al suprafeţei aduce, implicit, descreşterea lui l şi d, cum şi mărirea lui h. Insă valoarea lui h creşte odată cu δ, până la o anumită valoare a lui δ, şi anume până la 54^0, 7, la care valoarea produsului $\sin\delta\sqrt{\cos\delta}$ atinge un maximum. Este necesar să se menţioneze că unghiurile de înclinare ale suprafeţei topografice a terenului, măsurate practic, afară de excepţii rare, se cuprind în intervalul 0^0—55^0.

Este interesant să se urmărească raportul distanţei dintre punctele de ridicare de pe curba de nivel, faţă de distanţa dintre ele după înclinarea suprafaţei, în anumite condiţii, de exemplu $R_n = R_p$.

Cele arătate sunt ilustrate în următoarea tabelă:

δ	2°	5°	10°	15°	20°	30°	40°	50°
$\frac{l}{d}$	5,5	3,4	2,4	2,0	1,8	1,6	1,6	1,8

Din această tabelă rezultă că, în general, distanţele dintre punctele de ridicare şi direcţie trebue să fie mai mari, decât cele pe înclinare.

Pentru determinarea valorilor l, h şi d, după cum rezultă din expresiile (1.5), (1.6) şi (1.7) este necesar să se cunoască razele de curbură ale curbelor de nivel şi ale curbelor de profil. Ele se calculează pe baza celor trei puncte ale acestor curbe. Pentru aceasta se duce, prin cele trei puncte date, o curbă cu rază mare (arcul cercului tangent) şi se măsoară la mijloc săgeata p, între coarda care uneşte punctele extreme şi arc. Se află apoi raza R, din expresia:

$$R = \frac{l^2}{8p}, \quad (1.8)$$

în care p este săgeata, iar l — lungimea coardei dintre punctele extreme ale arcului. Raza de curbură a curbei de profil se poate determina şi prin deviaţia Δd, media dintre trei curbe de nivel vecine.

Se trasează, în fig. 35, *b*, curba de nivel mijlocie CL (proiecţia planului ei). In acest caz, CL va fi egală cu deviaţia arătată Δd. Săgeata $p = \overline{CD}$ va fi egală cu $CL \sin \delta = \Delta d \sin \delta$. In aceste condiţii, coarda $l = \overline{AB}$ va fi egală cu $2h/\sin \delta$, unde h este distanţa pe verticală dintre curbele de nivel CL şi AA' sau CL şi BB'. De aici, după formula (1.8), se obţine:

$$R_p = \frac{h^2}{2\Delta d \cdot \sin^3 \delta}. \qquad (1.9)$$

In urma variaţiei lente a curbelor de nivel şi a curbelor de profil, punctele vecine de ridicare pot fi unite nu prin coardă, ci printr'o curbă oarecare, corespunzând cu sectoarele adiacente ale curbei. In acest caz, săgeata $p = \overline{CD}$ în fig. 35, *a* şi 35, *b* va tinde către zero, eroarea ΔH se va micşora, iar distanţele l, d şi h vor putea fi mărite.

In timpul lucrului pe teren, având în faţă suprafaţa topografică, un operator topograf cu rutină, apreciind bine, din ochi curburile, observând just toate punctele de inflexiune şi înţelegând relieful, poate să se limiteze la un număr minim de puncte de ridicare (cote). La un relief ascuns, sau pentru o suprafaţă topografică convenţională (la caracteristica însuşirilor variabile ale zăcământului), este necesar ca desimea punctelor de ridicat să fie stabilită, începând cu o reţea rară a acestor puncte. Această reţea trebue să indice numai punctele de variaţie bruscă a reliefului, apoi reţeaua se supune unei îndesiri ulterioare cu puncte de detaliu, despre care se va vorbi mai amănunţit în Cap. „Geometrizarea zăcămintelor de substanţe minerale utile".

Fixarea variaţiei lente a suprafeţei studiate permite micşorarea descompunerii ei prin puncte de ridicat şi secţiuni.

Reprezentarea suprafeţei topografice prin curbe de nivel permite să se rezolve un mare număr de probleme, care apar des în practică. Dintre acestea, cele mai caracteristice sunt următoarele:

1. determinarea cotei unui punct oarecare al suprafeţei;
2. determinarea unghiului de înclinare al suprafeţei, după o direcţie oarecare;
3. determinarea unghiului de pantă al suprafeţei într'un punct dat;
4. trasarea între două puncte a unei linii frânte cu pantă dată;
5. construirea profilului suprafeţei, după o direcţie dată (linii);
6. determinarea punctului de intersecţie al unei drepte date cu suprafaţa;
7. construirea liniei de intersecţie dintre un plan dat cu o suprafaţă topografică;
8. construirea limitelor (marginilor) unei cariere proiectate.

Scanned with CamScanner

O serie de chestiuni şi probleme, legate de folosirea suprafeţelor topografice, vor fi expuse în Cap. „Geometrizarea zăcămintelor de substanţe minerale utile".

§ 3. PROIECŢIA AXONOMETRICA

1. PRINCIPIUL PROIECŢIEI AXONOMETRICE

S'a amintit mai sus, că proiecţia axonometrică este o aplicaţie a proiecţiei paralele.

Se va urmări schema proiecţiei axonometrice aplicate punctului, deoarece reprezentarea unui corp oarecare se reduce la proiectarea

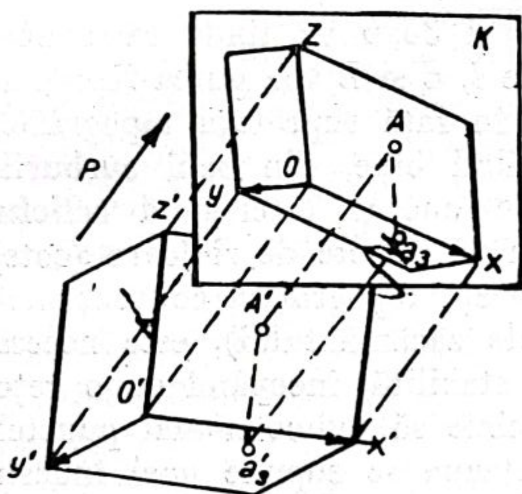


Fig. 36

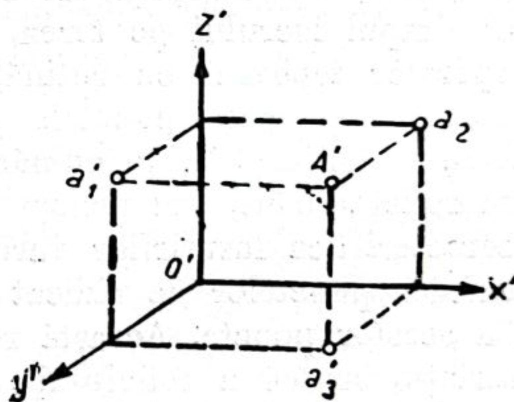


Fig. 37

punctelor sale caracteristice. Se va raporta întâi punctul dat A' la sistemul cartezian de axe rectangulare x', y', z', cu originea în punctul O', (fig. 36). Segmentele $\overline{a_1'A'}$, $\overline{a_2'A'}$ şi $\overline{a_3'A'}$, paralele cu axele de coordonate corespunzătoare, sunt coordonatele punctului A', care determină poziţia punctului în spaţiu.

Se proiectează după o direcţie oarecare P, punctul dat A', împreună cu axele de coordonate dreptunghiulare $o'x'$, $o'y'$ şi $o'z'$ pe un plan de proiecţie K, luat arbitrar (fig. 37). Se va obţine reprezentarea (proiecţia) axelor coordonatelor şi a punctului dat. Proiecţia originii axelor o' se va nota cu o, iar proiecţiile axelor x', y', z' se vor nota corespunzător cu x, y şi z. Ultimele sunt numite axele axonometrice. Proiecţia punctului A' se va nota cu A, numindu-se proiecţia axonometrică a punctului A'. Punctul a_3 se numeşte proiecţia axonometrică a punctului a_3' sau proiecţia orizontală secundară a punctului A'. La fel, se vor putea obţine proiecţiile secundare şi în alte planuri de coordonate. In fig. 38, segmentele $\overline{a_1A}$, $\overline{a_2A}$ şi $\overline{a_3A}$,

paralele cu axele axonometrice *xyz*, sunt coordonatele axonometrice ale punctului *A'*.

Din fig. 37 rezultă că punctul *A* poate fi proiecția axonometrică a oricărui punct care se află pe direcția *A'A*. Deaceea, poziția unui punct nu este determinată numai de proiecția sa axonometrică. Coordonatele axonometrice ale punctului se pot obține dacă, pe lângă proiecția axonometrică, va fi dată cel puțin o proiecție secundară, de exemplu, a_3. Astfel, în proiecția axonometrică, poziția punctului se determină complect: a) prin trei coordonate axonometrice; b) prin proiecția axonometrică și secundară și c) prin două proiecții secundare. Orice schimbare de poziție în spațiu a punctului *A'* schimbă, necondiționat, cel puțin una dintre coordonatele lui și totodată, și reprezentarea acestei coordonate, adică coordonatele axonometrice ale punctului vor fi altele.

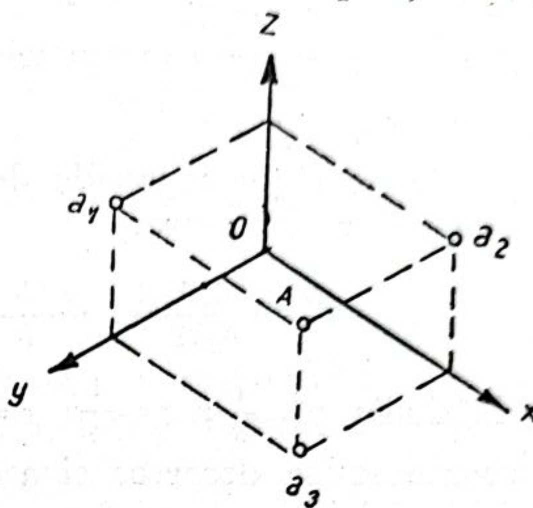


Fig. 38

Proiecția axonometrică, în calitate de proiecție paralelă, are următoarele proprietăți caracteristice:

1. dacă liniile în spațiu sunt paralele, proiecțiile lor axonometrice sunt deasemenea paralele;

2. dacă segmentele de drepte sau unghiurile se găsesc într'un plan paralel cu planul de proiecție axonometrică, ele se vor proiecta fără deformații;

3. dacă liniile în spațiu se intersectează, atunci și proiecțiile lor axonometrice se vor intersecta, iar punctele de intersecție ale proiecțiilor lor prezintă proiecțiile punctelor de intersecție ale liniilor din spațiu, și

4. toate segmentele paralele se deformează, prin proiecție, în același raport.

2. INDICII DE DEFORMAȚIE ȘI SCARA AXONOMETRICA

Pentru a face desenul cât mai clar și cât mai accesibil măsurătorii, se poate alege orice poziție a planului de proiecție *K*, față de corpul de proiectat și orice direcție de proiecție *P*, față de planul de proiecție.

Dimensiunile corpului după proiectare se deformează în desen dealungul axelor de coordonate, în același raport ca și dimensiunile însești ale axelor.

In fig. 36 coordonatele punctului A' sunt: $\overline{a_1'A'} = x'$, $\overline{a_2'A'} = y'$, $\overline{a_3'A'} = z'$.

In planul K, de proiecţie axonometrică, coordonatele corespunzătoare ale punctului A vor fi: $\overline{a_1A} = x$; $\overline{a_2A} = y$; $\overline{a_3A} = z$ (fig. 30).

Raportul $\frac{x}{x'} = \frac{a_1A}{a'_1A'}$ serveşte ca măsură a deformaţiei în lungul axei ox, în proiecţie axonometrică. Acest raport se notează cu litera p sau cu fracţia $\frac{1}{s}$.

La fel se obţin expresiile deformaţiilor în lungul axelor de coordonate y şi z, şi anume:

$$\frac{y}{y'} = \frac{a_2A}{a_2'A'} = q = \frac{1}{t} \quad \text{şi} \quad \frac{z}{z'} = \frac{a_3A}{a_3'A'} = r = \frac{1}{u}.$$

Mărimile $p = \frac{1}{s}$; $q = \frac{1}{t}$; $r = \frac{1}{u}$ se numesc indicii de deformaţie ai coordonatelor, deoarece ei arată cum se deformează liniile în proiecţie, paralele cu axele de coordonate sau, în general, coordonatele unui punct oarecare A'.

Se iau, dela originea o', pe axele coordonatelor din spaţiu, segmente egale cu unitatea de lungime (fig. 36); în acest caz, $x' = 1$, $y' = 1$ şi $z' = 1$. Inlocuind aceste valori în expresiile p, q şi r, se găseşte că $p = x$, $q = y$ şi $r = z$. Astfel, indicii de deformaţie exprimă lungimile dreptelor de proiecţie axonometrică, egale cu unitatea, aşezate pe axele de coordonate din spaţiu. Indicii de deformaţie ai coordonatelor pentru diferite axe sunt, în general, diferiţi, dar uneori ei pot fi egali câte doi, sau toţi trei. Pe aceasta se bazează clasificarea proiecţiilor axonometrice.

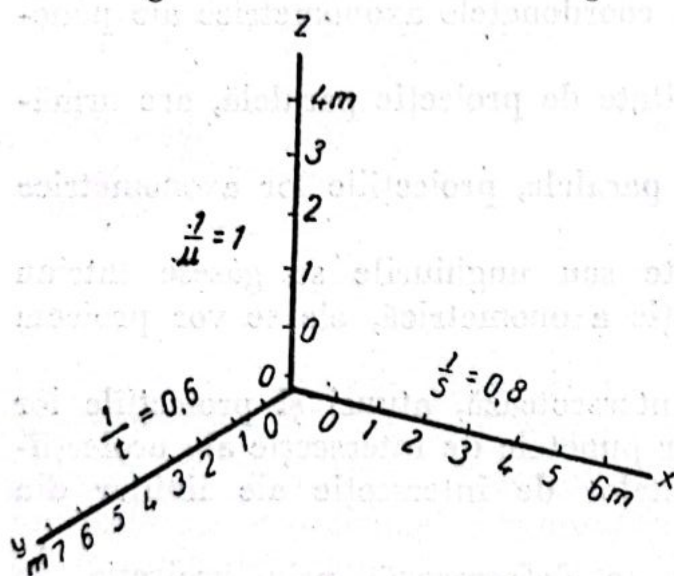


Fig. 39

Dacă indicii de deformaţie sunt diferiţi pentru toate cele trei axe de coordonate ($p \neq q \neq z$), proiecţia se numeşte *trimetrică*.

Proiecţiile se numesc *dimetrice*, dacă indicii de deformaţie ai coordonatelor, în lungul a două axe oarecare, sunt egali, de exemplu, $p = q$ sau $p = r$ sau $q = r$.

Proiecţiile se numesc *isometrice*, dacă toţi indicii de deformaţii ai coordonatelor sunt egali.

Scanned with CamScanner

Pentru a ne putea da seama de poziția axelor de coordonate și pentru a se determina, după desen, dimensiunile obiectului, paralele cu axele, se notează lângă proiecție, sistemul axelor axonometrice, gradate corespunzător scării date și se specifică indicii de deformație ai coordonatelor (fig. 39). Un asemenea sistem de axe axonometrice, cu cele trei scări corespunzătoare, se numește *scară axonometrică*.

Direcția de proiecție *P*, față de planul de proiecție *K* se poate lua sub un unghi ascuțit sau drept. In primul caz, proiecțiile se numesc *oblice* și, în al doilea caz, *ortogonale*.

3. RELAȚIA DINTRE ELEMENTELE DE PROIECȚIE AXONOMETRICA

a) Proiecția oblică

In teoria proiecției axonometrice se demonstrează următoarea teoremă de bază pentru proiecția oblică: „Trei drepte oarecare, ce se intersectează într'un punct în planul desenului, pot fi considerate ca proiecția axonometrică a unor axe de coordonate rectangulare din spațiu, iar trei numere oarecare *p*, *q* și *r* pot fi considerate ca indici de deformație“ (35).

Astfel, la proiecția axonometrică oblică se pot alege axele axonometrice sub diferite unghiuri unele față de altele, cum și indicii de deformație ai coordonatelor cei mai comozi, spre a se obține o construcție simplă, clară și mai ușor de măsurat. Scopul principal al folosirii proiecției axonometrice este obținerea unei imagini sugestive și deoarece proiecția oblică dă o posibilitate largă în alegerea condițiilor pentru obținerea unui desen mai demonstrativ, ea este folosită adeseori. Dacă se așează planul de proiecție paralel cu unul dintre planele axelor de coordonate, de exemplu $z'\ o'\ x'$, toate dimensiunile corpului, în desen, luate pe direcții paralele cu acest plan, vor avea indicii de deformație egali cu unitatea, iar axele axonometrice (*x* și *z*) vor fi situate sub un unghi drept, una față de alta.

Pentru a realiza un desen mai sugestiv și o construcție mai simplă se ia, adeseori, indicele de deformație pe axa *y* egal cu 0,5, iar unghiul obtuz dintre axe se împarte în jumătate. Această proiecție se aplică, adeseori, la reprezentarea lucrărilor miniere, în zăcămintele complicate. Această proiecție se numește *cavalieră*. La reprezentarea axonometrică a lucrărilor miniere complexe, este ușor să se așeze planul $z'\ o'\ x'$, paralel cu direcția medie a zăcământului; în acest caz, dimensiunile lucrărilor miniere verticale și orizontale față de direcție, la scara aleasă, se vor reprezenta fără deformații, iar dimensiunile lucrărilor miniere transversale vor fi micșorate la jumătate: $\left(\frac{1}{t} = q = 0{,}5\right)$.

Dacă, însă, coordonatele axelor planului se vor situa sub diferite unghiuri, față de direcția și de înclinarea zăcământului, pentru construirea reprezentării axonometrice se face, în prealabil, în desen (în creion), o a doua rețea de coordonate, care coincide cu direcțiile arătate. Adescori, la reprezentarea lucrărilor miniere și a zăcămintelor, se folosește proiecția isometrică oblică. Superioritatea acestui fel de proiecție constă în egalitatea indiciilor de deformație după cele trei axe, prin urmare, într'o ușoară măsurare a desenului după aceste direcții. O imagine foarte sugestivă se obține prin proiecția dimetrică oblică, cu următoarele elemente:

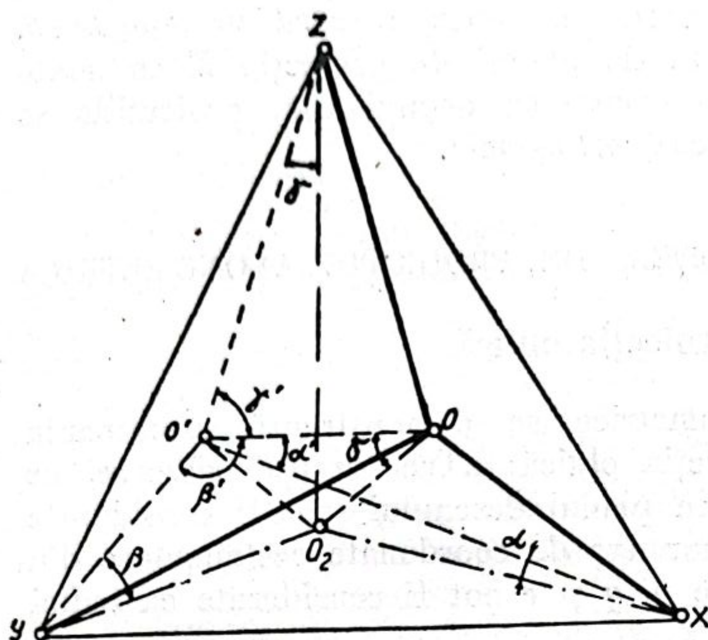


Fig. 40

$\measuredangle xoy = 133°$; $\measuredangle yoz = 130°$; $\measuredangle zox = 97°$; $p = 1{,}0$, $q = 0{,}5$; $r = 1{,}0$.

Pentru determinarea condițiilor de proiecție oblică este de dorit să se cunoască relația dintre indicii de deformație *p, q, r* și unghiul σ, format de direcția de proiecție, cu planul de proiecție axonometrică. In fig. 40 (35) sunt reprezentate: axele coordonatelor, în spațiu *o'x, o'y* și *o'z* și planul de proiecție axonometric *xyz*. Se ia o direcție arbitrară de proiecție *o'o*, sub unghiul σ față de planul de proiecție și se construesc axele coordonatelor axonometrice *ox, oy* și *oz*.

Notând indicii de deformație în lungul axelor de coordonate, cu *p, q* și *r*, rezultă: $\frac{ox}{o'x} = p$; $\frac{oy}{o'y} = q$; $\frac{oz}{o'z} = r$.

Se duce prin punctul *o'* o normală la planul de proiecție *xyz*, care intersectează planul de proiecție în punctul o_2. In acest caz, desigur că $\measuredangle o'oo_2$ este unghiul σ. Unghiurile dintre axele *o'xyz* și planul de proiecție vor fi notate corespunzător, cu literele α, β, γ. Unghiurile dintre axele *o'xyz* și direcția de proiecție sunt notate cu α', β', γ'.

Din triunghiurile $oo'x$ și $o'o_2x$, rezultă:

$$\overline{o'o} = \overline{o'o}\frac{\sin\alpha}{\sin\sigma}. \qquad (1.10)$$

Scanned with CamScanner

Din triunghiul $oo'x$, se obţine:

$$\overline{(ox)}^2 = \overline{(o'x)}^2 + \overline{(oo')}^2 - 2\overline{o'x} \cdot \overline{oo'} \cos\alpha. \qquad (1.11)$$

Inlocuind pe $\overline{o'o}$ din membrul doi al acestei expresii, cu valoarea din expresia (1.10), rezultă:

$$\overline{(ox)}^2 = \overline{(o'x)}^2 + \overline{(o'x)}^2 \frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\sigma} - 2\overline{(o'x)}^2 \frac{\sin\alpha}{\sin\sigma} \cos\alpha'. \qquad (1.12)$$

de unde se obţine:

$$p^2 = \left(\frac{ox}{o'x}\right)^2 = 1 + \frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\sigma} - 2\frac{\sin\alpha}{\sin\sigma}\cos\alpha'. \qquad (1.13)$$

In mod analog, se obţin:

$$q^2 = 1 + \frac{\sin^2\beta}{\sin^2\sigma} - 2\frac{\sin\beta}{\sin\sigma}\cos\beta' \qquad (1.14)$$

şi

$$r^2 = 1 + \frac{\sin^2\gamma}{\sin^2\sigma} - 2\frac{\sin\gamma}{\sin\sigma}\cos\gamma' \qquad (1.15)$$

Adunând expresiile (1.13), (1.14) şi (1.15), se obţine:

$$p^2+q^2+r^2 = 3 +$$
$$+\left(\frac{\sin^2\alpha+\sin^2\beta+\sin^2\gamma}{\sin^2\sigma}\right) - 2\left(\frac{\cos\alpha'\sin\alpha+\cos\beta'\cdot\sin\beta+\cos\gamma'\sin\gamma}{\sin\sigma}\right). \qquad (1.16)$$

Deoarece: $\sin^2\alpha + \sin^2\beta + \sin^2\gamma = \cos^2(90°-\alpha) + \cos^2(90°-\beta) + \cos^2(90°-\gamma) = 1$, iar $\cos\alpha' \cdot \sin\alpha + \cos\beta' \cdot \sin\beta + \cos\gamma' \cdot \sin\gamma = \cos\alpha' \cdot \cos(90°-\alpha) + \cos\beta' \cdot \cos(90°-\beta) + \cos\gamma' \cdot \cos(90°-\gamma) = \cos(90°-\sigma) = \sin\sigma$,

expresia (1.16) se va transforma în:

$$p^2+q^2+r^2 = 3 + \frac{1}{\sin^2\sigma} - 2\frac{\sin\sigma}{\sin\sigma}$$

care, în formă definitivă, este

$$p^2+q^2+r^2 = 2 + \text{ctg}^2\sigma. \qquad (1.17)$$

Ultima expresie dovedeşte că, în proiecţie axonometrică oblică, suma pătratelor indicilor de deformaţie este egală cu $2+\text{ctg}^2\sigma$, unde σ este unghiul format de direcţia de proiecţie cu planul axonometric de proiecţie.

Având date p, q şi r, unghiul σ se calculează uşor din expresia (1.17).

La reprezentarea corpului în proiecţia axonometrică, este mai bine ca coordonatele rectangulare din spaţiu, la care se raportează corpul,

să fie plasate paralel cu dimensiunile lui principale, sau cu direcţiile lui caracteristice. Aplicând aceasta lucrărilor miniere sau structurilor geologice, astfel de direcţii caracteristice vor fi: verticala, direcţia şi înclinarea zăcământului reprezentat. Este comod să se ia axa ox în coincidenţă cu direcţia zăcământului, iar planul proiecţiei, paralel cu planul zăcământului. Dimensiunile corpului, paralele cu ox, nu se vor deforma la reprezentare şi prin aceasta, se poate obţine, pe lângă comoditatea de reprezentare, şi claritatea metrică a desenului.

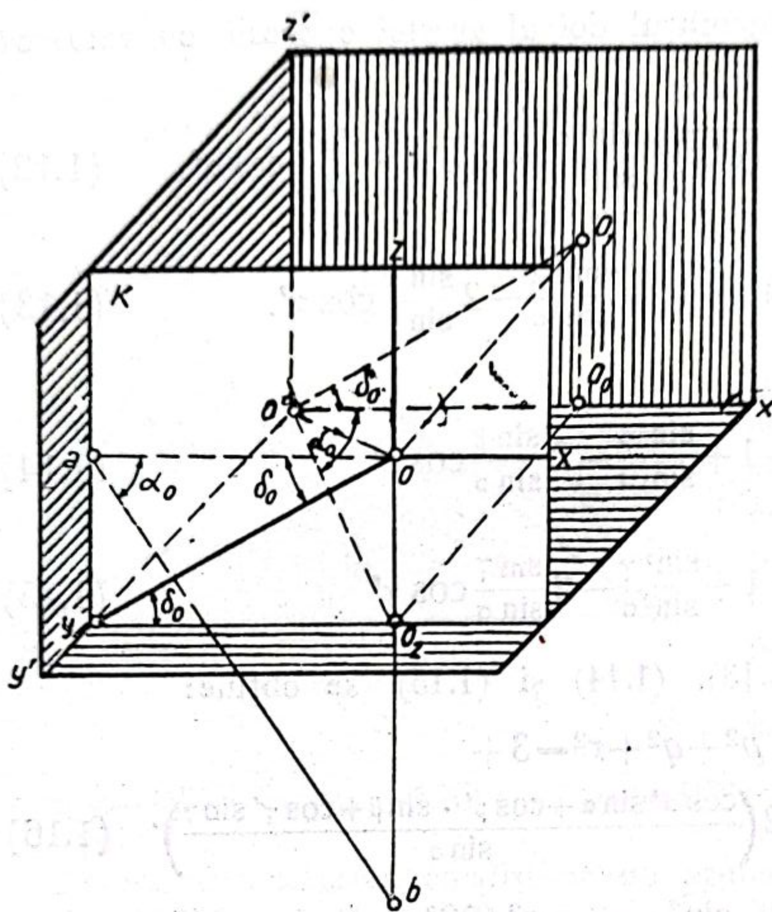


Fig. 41

In condiţiile arătate, dacă sunt date axele axonometrice şi este cunoscut indicele de deformaţie q pentru axa oy $(p = r = 1)$, este uşor să se determine direcţia de proiecţie. Direcţia va fi determinată de unghiurile formate de proiecţiile acestei direcţii pe planele $z'o'x'$ şi $y'o'x'$, cu axa $o'x$.

In fig. 41 (35) sunt date: axele de coordonate rectangulare $o'y'$, $o'x'$, $o'z'$, planul proiecţiilor axonometrice K, paralel cu $z'o'x'$, direcţia de proiectare $o'o$ şi axele axonometrice ox, oy, oz.

Dreptele $\overline{o'o_1}$ şi $\overline{o'o_2}$ din fig. 41 sunt proiecţiile direcţiei de proiectare $o'o$ pe planele $z'o'x'$ şi $y'o'x'$, care formează cu axa $o'x'$ unghiurile corespunzătoare δ_0 şi α_0. La aceasta, unghiul de înclinare $\delta_0 = \sphericalangle oyo_2 = \sphericalangle yoa$, adică δ_0, care este egal cu unghiul format de axa oy şi prelungirea axei ox.

Unghiul α_0 se găseşte în modul următor.

Din triunghiul $o_0o'o_2$ se vede că α_0 este un unghi ascuţit al triunghiului dreptunghi, la care una dintre catete este

$$\overline{o'o_0} = \overline{yo_2} = \overline{oa},$$

iar cealaltă catetă este

$$\overline{o_2o_0} = \overline{o'y} = \overline{oy} : q,$$

unde q este indicile de deformaţie după axa oy şi este egal cu $q = \frac{oy}{o'y}$. Lungimea acestei catete se măsoară dela punctul o în jos. pe direcţia perpendiculară pe $\overline{oa}$ şi se obţine punctul b $(\overline{o'y} = \overline{ob})$, pe care, unindu-l cu punctul a, se obţine $\sphericalangle bao = \alpha_0$.

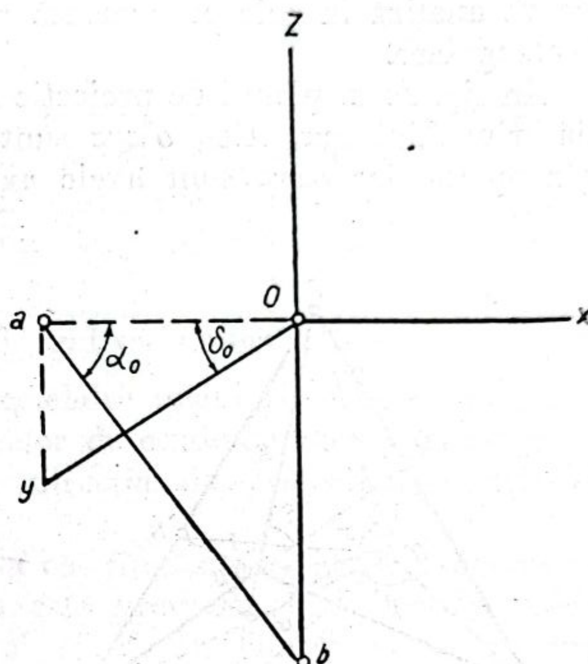


Fig. 42

Astfel, având lungimea $\overline{oa}$, indicele de deformaţie q şi lungimea oy, se găseşte uşor direcţia de proiectare. Această determinare se face, deobicei, după cum este reprezentat în fig. 42, unde sunt date axele axonometrice $oxyz$ şi unghiul $\delta_0 = aoy$. Pentru construirea unghiului α_0 se foloseşte punctul y de pe axa oy. Se duce ya perpendicular pe ox. După aceasta, perpendicular pe $\overline{ao}$, se ia $\overline{ob} = \overline{oy} : q$. Unind punctul b cu punctul a, se obţine $\sphericalangle bao = \alpha_0$.

Fig. 43 (35) reprezintă cuburile în proiecţia oblică axonometrică dimetrică pentru $q = 1/3$, $1/2$ şi 1 şi $\delta_0 = 30^0$, 45^0 şi 60^0. In figură se vede că reprezentarea cea mai sugestivă pentru ochi se obţine pentru $q = 1/2$ şi $\delta_0 = 45^0$.

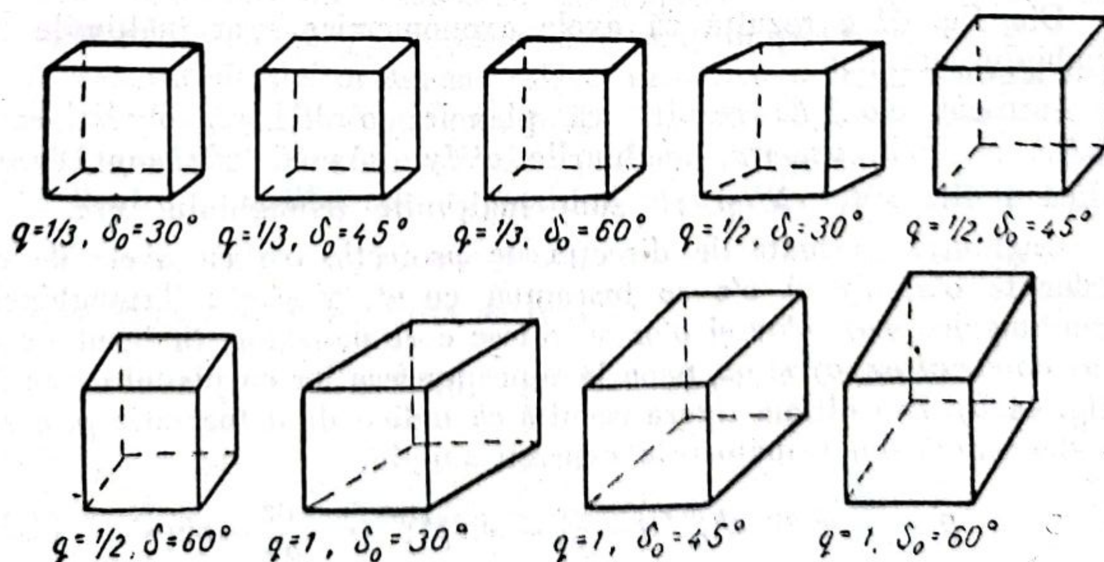


Fig. 43

b) Proiecția rectangulară

In cazul când direcția de proiecție $o'o$ (fig. 44, *a*) este perpendiculară pe planul de proiecție K, proiecția axonometrică se numește rectangulară. Cu toate că este mai puțină libertate în alegerea condițiilor, decât în proiecția oblică, totuși acest caz este frecvent aplicat. Se va analiza în cele ce urmează relațiile dintre elementele proiecției rectangulare.

In fig. 44, *a*, planul de proiecție K, în planele axelor de coordonate, dă triunghiul xyz. Aici, $o'xyz$ sunt axele de coordonate rectangulare din spațiu, iar $oxyz$ sunt axele axonometrice.

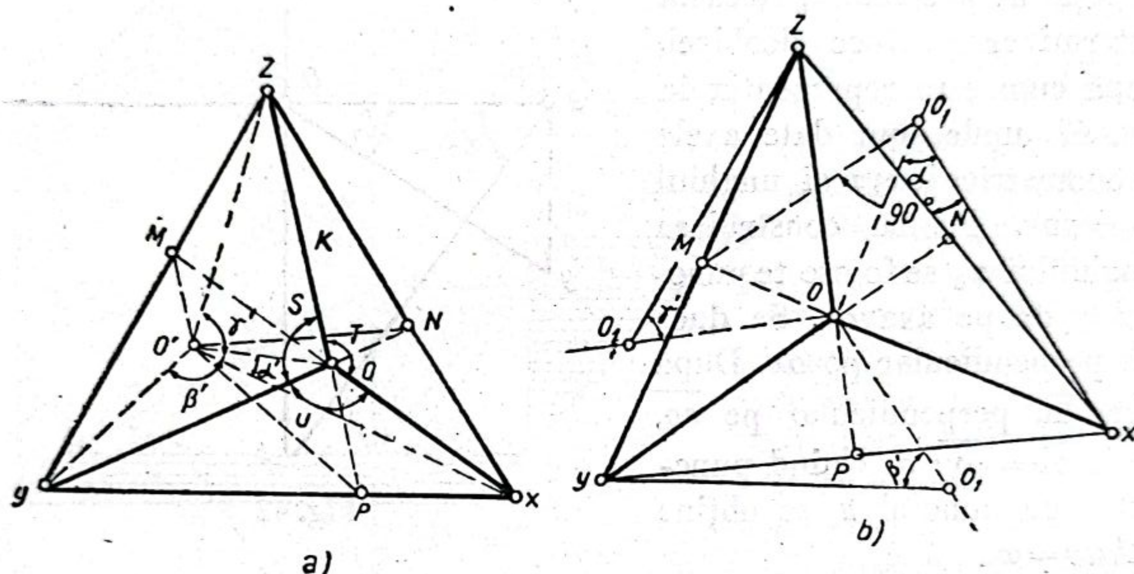


Fig. 44

Punctele de intersecție ale prelungirii axelor axonometrice, cu laturile triunghiului urmelor xyz se însemnă cu literele M, N și P.

Din fig. 44, *a* rezultă că axele axonometrice sunt înălțimile triunghiului urmelor.

Intrucât $\overline{o'o} \perp K$, rezultă că planele: $o'xM \perp yz$, $o'yN \perp xz$ și $o'zP \perp xy$. Prin urmare, unghiurile $o'My$, xNy și xPz sunt drepte, adică liniile $\overline{xM}$, $\overline{yN}$ și $\overline{zP}$ sunt înălțimile triunghiului xyz.

Unghiurile formate de direcția de proiecție $o'o$ cu axele de coordonate $o'x$, $o'y$ și $o'z$ se însemnă cu α', β' și γ'. Triunghiurile dreptunghice $o'ox$, $o'oy$ și $o'oz$ se rotesc corespunzător, în jurul axelor axonometrice ox, oy și oz, până la suprapunerea lor cu planul desenului (fig. 44, *b*). Din ultima figură rezultă că indicii de deformație p, q și r se determină din următoarele expresii simple:

$$p = \frac{ox}{o'x} = \sin\alpha' ; \quad q = \frac{oy}{o'y} = \sin\beta' ; \quad r = \frac{oz}{o'z} = \sin\gamma' . \qquad (1.18)$$

Intrucât α' β' şi γ', la proiecţia rectangulară, sunt mai mici decât 90^0, indicii de deformaţie p, q şi r vor fi mai mici decât unitatea.

In acelaşi timp, din formula (1.17) rezultă că, pentru $\sigma = 90^0$, indicii de deformaţie sunt legaţi între ei de o relaţie simplă, şi anume:

$$p^2 + q^2 + r^2 = 2. \tag{1.19}$$

In fig. 44, *a*, triunghiul $xo'M$ este dreptunghic, cu înălţimea $o'x$. Prin rotire în jurul ipotenuzei xM, el este suprapus pe planul K. In acest caz, va ocupa poziţia xo_1M din fig. 44, *b*.

Sunt cunoscute: ipotenuza xM, punctul o, care se găseşte pe ea şi unghiul drept xo_1M. Dreapta oo_1, perpendiculară pe xM, este înălţimea triunghiului xo_1M. Cu aceste date, este uşor să se construiască triunghiul xo_1M (fig. 44, *b*) şi din acest triunghi, să se determine cateta xo_1 şi unghiul $oo_1x = \alpha'$.

Indicele de deformaţie p va fi egal cu raportul $\frac{ox}{o_1x}$.

In mod analog se calculează celelalte unghiuri, cum şi indicii de deformaţie. Astfel, triunghiul urmelor determină indicii de deformaţie şi unghiurile α', β' şi γ' dintre direcţia de proiecţie şi axele de coordonate din spaţiu.

Din cele expuse mai sus rezultă că, fiind dat sistemul axonometric $oxyx$ în proiecţia ortogonală, nu este greu să se determine indicii de deformaţie şi unghiurile α', β' şi γ'. In adevăr se ia pe una dintre axe, de exemplu pe axa ox, un punct oarecare x (fig. 44, *b*). Se duce xz perpendicular pe oy şi se prelungeşte până la intersecţia sa cu oz în punctul z. Apoi se duce zy perpendicular pe ox şi se prelungeşte până la intersecţia cu oy în punctul y. Se uneşte x cu y printr'o dreaptă. Triunghiul xyz format este triunghiul urmelor. Folosind acest triunghi, se determină uşor indicii de deformaţie şi unghiurile dintre direcţia de proiectare şi axele de coordonate din spaţiu.

Dacă sunt daţi doi indici de deformaţie, al treilea indice, cum şi unghiurile α', β' şi γ' se găsesc din relaţiile (1.19) şi (1.18).

In cazul proiecţiei ortogonale există următoarea relaţie simplă între unghiurile α', β' şi γ' şi unghiurile S, T, U, formate de axele axonometrice (fig. 44, *a*). Aici, triunghiul oyz este proiecţia ortogonală a triunghiului $o'yz$. Pentru simplificarea expresiilor care vor urma, se notează:

$$o'x = l_1; \quad o'y = m_1; \quad o'z = n_1; \quad ox = l; \quad oy = m \quad oz = n;.$$

Din triunghiurile amintite se obţine:

$$\frac{m \cdot n}{2} \sin S = \frac{m_1 \cdot n_1}{2} \cos \alpha',$$

de unde

$$\sin S = \frac{m_1 \cdot n_1}{m \cdot n} \cos \alpha'.$$

Scanned with CamScanner

Deoarece $m = m_1 \sin \beta'$ şi $n = n_1 \sin \gamma'$ rezultă:

$$\left.\begin{aligned} \sin S &= \frac{m_1 \cdot n_1}{m_1 \sin\beta' \cdot n_1 \sin\gamma'} \cos\alpha' = \frac{\cos\alpha'}{\sin\beta' \cdot \sin\gamma'} \\ \sin T &= \frac{\cos\beta'}{\sin\alpha' \cdot \sin\gamma'}; \quad \sin U = \frac{\cos\gamma'}{\sin\alpha' \cdot \sin\beta'} \end{aligned}\right\} \qquad (1.20)$$

Uneori, se dă raportul indicilor de deformaţie şi se cere să se determine, din acest raport, indicii de deformaţie şi unghiurile S, T, U.

Din fig. 44, *a* rezultă că

$$p : q : r = \sin\alpha' : \sin\beta' : \sin\gamma',$$

de unde

$$\sin\beta' = \frac{q}{p}\sin\alpha' \text{ şi } \sin\gamma' = \frac{r}{p}\sin\alpha'.$$

Din acestea şi ţinând seamă şi de expresia (1.19), se poate deduce că $\sin^2\alpha' + \sin^2\beta' + \sin^2\gamma' = 2$; înlocuind aici sinusul unghiurilor β' şi γ' prin sinusul unghiului α' şi indicii de deformaţie, rezultă:

$$\sin^2\alpha' + \left(\frac{q}{p}\right)^2 \sin^2\alpha' + \left(\frac{r}{p}\right)^2 \sin^2\alpha' = 2,$$

de unde

$$\sin\alpha' = p = \sqrt{\frac{2p^2}{p^2+q^2+r^2}}.$$

La fel, se obţine:

$$\left.\begin{aligned} \sin\beta' &= q = \sqrt{\frac{2q^2}{p^2+q^2+r^2}} \\ \sin\gamma' &= r = \sqrt{\frac{2r^2}{p^2+q^2+r^2}} \end{aligned}\right\} \qquad (1.21)$$

Exprimând cosinusurile unghiurilor α', β' şi γ' prin sinusurile lor, se obţine:

$$\cos\alpha' = \sqrt{\frac{-p^2+q^2+r^2}{p^2+q^2+r^2}}; \quad \cos\beta' = \sqrt{\frac{p^2-q^2+r^2}{p^2+q^2+r^2}};$$

$$\cos\gamma' = \sqrt{\frac{p^2+q^2-r^2}{p^2+q^2+r^2}}.$$

Inlocuind valorile sinusurilor şi ale cosinusurilor obţinute în formula (1.20), rezultă:

$$\sin S = \frac{\cos\alpha'}{\sin\beta' \cdot \sin\gamma'} = \frac{1}{2qr}\sqrt{(p^2+q^2+r^2+)(-p^2+q^2+r^2)};$$

de unde

$$\cos S = -\frac{1}{2qr}\sqrt{(p^2+q^2-r^2)(p^2-q^2+r^2)}. \qquad (1.22)$$

Scanned with CamScanner

Pentru unghiurile T şi U se obţine deasemenea:

$$\left.\begin{aligned}\cos T &= -\frac{1}{2pr}\sqrt{(p^2+q^2-r^2)\,(-p^2-q^2+r^2)}\\ \cos U &= -\frac{1}{2pq}\sqrt{(-p^2+q^2+r^2)\,(+p^2-q^2+r^2)}\end{aligned}\right\}. \qquad (1.22)$$

Deoarece triunghiul urmelor xyz are unghiuri la vârf ascuţite, fiecare dintre unghiurile S, T, U va fi mai mare decât un unghi drept; în consecinţă, cosinusurile lor vor fi negative.

Cele expuse sunt arătate în tabela 1, unde se dau elementele corespunzătoare ale proiecţiei axonometrice (35).

De aici rezultă că, la determinarea condiţiilor proiecţiei axonometrice, problema se reduce la alegerea indicilor de deformaţie şi a unghiurilor dintre axele axonometrice.

Deoarece scopul final al proiecţiei axonometrice este reprezentarea rapidă şi clară a obiectului din spaţiu, este mai uşor să se folosească proiecţia oblică, întrucât, la această proiecţie, se pot lua valori arbitrare pentru indicii de deformaţie şi pentru unghiurile dintre axe.

Proiecţiile oblice pe planul paralel cu două axe de coordonate din spaţiu, care să fie paralele cu două dintre dimensiunile principale sau ale obiectului cu direcţiile lui caracteristice, sunt mai uşor de construit şi mai comod de măsurat. In acest caz, se proiectează fără deformaţie toate unghiurile şi dreptele, care sunt paralele cu planul de proiecţie.

Dacă se ia însă proiecţia isometrică, adică al treilea indice de deformaţie să fie egal cu unitatea, măsurarea devine mult mai uşoară, însă în acest caz, reprezentarea va fi mai puţin reală şi neobişnuită pentru intuiţia noastră.

Reprezentarea axonometrică în proiecţia oblică se obţine mai sugestivă, în cazul când muchiile laterale ale obiectului sunt aşezate sub un unghi faţă de planul de proiecţie. La proiecţia ortogonală se pot lua:

1. doi indici de deformaţie, alegându-i pe fiecare mai mic decât unitatea. In acest caz, al treilea indice se va determina cu formula (1.19), iar unghiurile dintre axele axonometrice se vor găsi din expresiile (1.20) şi (1.22);

2. raportul $p:q:r$ dintre indicii de deformaţie. In acest caz, valorile indicilor se vor determina cu formula (1.21), iar unghiurile dintre axele axonometrice, cu formulele arătate mai sus (1.20) şi (1.22).

La determinarea condiţiilor de proiecţie ortogonală este comod să se folosească tabela 1.

Tabela 1

Elementele proiecției axonometrice ortogonale

p	q	r	Denumirea proiecției	S	T	U	p	q	r
1	1	1	Isometrică	120°00′	120°00′	120°00′	0,8165	0,8165	0,8165
1	1/4=0,250	1	Dimetrică	134°06′,5	91°47′	134°06′,5	0,9847	0,2462	0,9847
1	1/3=0,333	1	Dimetrică	133°24′,5	93°11′	133°24′,5	0,9733	0,3244	0,9733
1	1/2=0,500	1	Dimetrică	131°24′,5	97°11′	131°24′,5	0,9428	0,4714	0,9428
1	2/3=0,666	1	Dimetrică	128°35′	102°50′	128°35′	0,9045	0,6030	0,9045
1	5/6=1,200	1	Dimetrică	111°58′,5	136°03,	111°58′,5	0,7625	0,9150	0,7625
1	4/3=1,333	1	Dimetrică	103°38′	152°44′	103°38′	0,7276	0,9701	0,7276
1	7/5=1,400	1	Dimetrică	95°44′,5	168°31′	95°44′,5	0,7107	0,9949	0,7107
49/50=0,980	1/5=0,200	1	Trimetrică	93°58′	90°10′	175°52′	0,9790	0,4998	9,9990
31/32=0,969	1/4=0,250	1	Trimetrică	94°55′	90°20′	174°45′	0,9694	0,2499	0,9994
17/18=0,944	1/3=0,333	1	Trimetrică	96°23′	90°47′,5	172°49′,5	0,9435	0,3332	0,9995
23/24=0,958	1/3=0,333	1	Trimetrică	110°16′	92°15′,5	157°28′,5	0,9513	0,3309	0,9927
19/20=0,950	2/5=0,400	1	Trimetrică	114°22′	93°49′,5	151°48′,5	0,9335	0,3939	0,9847
7/ 8=0,875	1/2=0,500	1	Trimetrică	98°51′	92°51′	168°18′	0,8716	0,4980	0,9961
9/10=0,900	1/2=0,500	1	Trimetrică	107°49′	95°11′	157°00′	0,8868	0,4927	0,9853
5/ 6=0,833	2/3=0,666	1	Trimetrică	108°13′	101°10′	150°37′	0,8059	0,6447	0,9675
3/ 4=0,750	7/8=0,875	1	Trimetrică	106°59′,5	114°46′	138°14′,5	0,6951	0,8110	0,9268

Scanned with CamScanner

4. CONSTRUCȚIA REPREZENTĂRII AXONOMETRICE

In general, reprezentarea zăcămintelor de substanțe minerale utile și a lucrărilor miniere legate de ele se execută în proiecție ortogonală cotată și numai sectoarele mai complicate, asupra cărora trebue să se obțină o imagine mai complectă, sunt reprezentate în proiecție axonometrică.

In geometria minieră, problema reprezentării axonometrice constitue trecerea dela proiecția ortogonală cotată, la proiecția axonometrică.

Reprezentarea în proiecția axonometrică se face, deobicei, la a scară mai mare, sau în orice caz, la aceeași scară, la care s'a executat

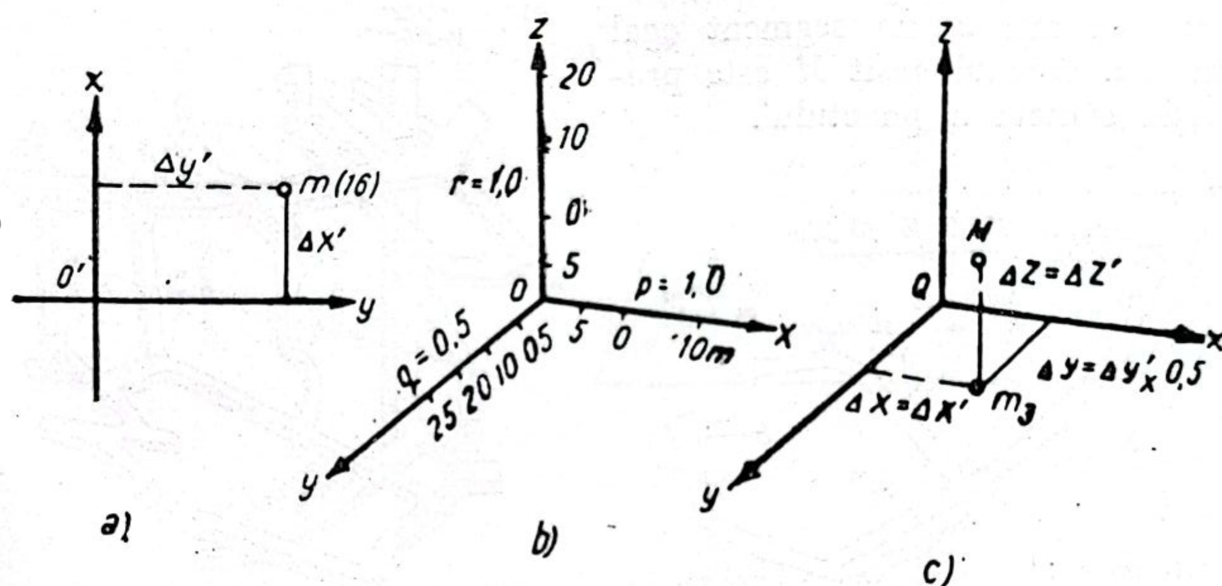


Fig. 45

proiecția ortogonală. Scări mai mici nu se folosesc, întrucât proiecția axonometrică urmărește descifrarea spațială a sectoarelor complicate ale corpurilor reprezentate. Obiectul oricărei forme complicate, din punctul de vedere al reprezentării lui în desen, îl formează totalitatea punctelor situate în părțile caracteristice ale acestuia. Deaceea, ordinea de construcție în reprezentarea axonometrică a unui obiect, pe baza imaginii sale din proiecția ortogonală cotată, este mai bine să fie arătată printr'un exemplu de reprezentare a unui punct.

Fie punctul *M'* în proiecția cotată (fig. 45, *a*). Se cere să se construiască imaginea axonometrică a acestui punct.

Rezolvare: 1. In fig. 45, *a* este reprezentată proiecția ortogonală *m* (16) a punctului *M'*. Aici, $\Delta x' = 15$, $\Delta y' = 25$ și $\Delta z' = 16$. Transpunerea originii axelor de coordonate și rotirea axelor nu se cere. Scara este 1 : 1000.

2. In fig. 45, *b* este reprezentată scara axonometrică. Scara numerică este aceeași: 1 : 1000. Se consideră proiecția oblică dimetrică.

Indicii de deformaţie ai coordonatelor sunt: $p = r = 1$ şi $q = 0,5$. Unghiurile dintre axele axonometrice sunt: $\sphericalangle\ xoz = 97^0$; $\sphericalangle\ xoy = 133^0$; $\sphericalangle\ yoz = 130^0$. Conform scării numerice 1 : 1000 şi a indicilor de deformaţie daţi, se gradează axele axonometrice, obţinându-se astfel scara axonometrică.

3. Folosind proiecţia ortogonală a punctului (16) (fig. 45, *a*) şi scara axonometrică construită (fig. 45, *b*), se reprezintă în fig. 45, *c* proiecţia orizontală secundară m_3 a punctului M'. Construcţia lui nu cere lămuriri.

4. In fine, folosind proiecţia secundară a punctului m_3, se reprezintă în fig. 45, *c* proiecţia axonometrică a punctului M'. Pentru aceasta, se ia din punctul m_3, paralel cu axa z, un segment egal cu Δz. Punctul găsit M este proiecţia căutată a punctului.

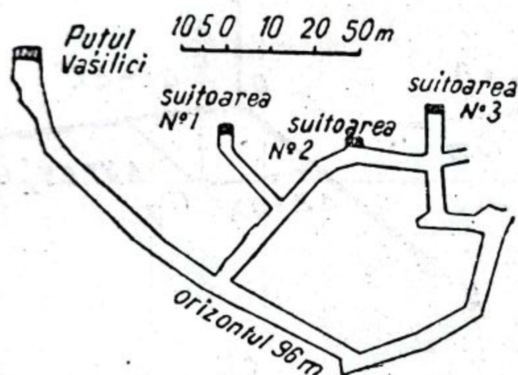


Fig. 46

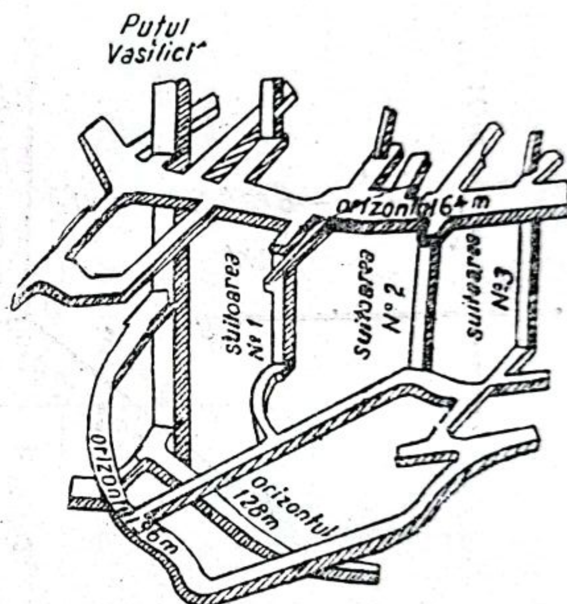


Fig. 47

Atât reprezentarea axonometrică a dreptei, dată prin două puncte, cât şi reprezentarea planului, dat printr'un complex de drepte şi puncte, se fac în mod analog. Pentru aceasta, toate punctele caracteristice ale obiectului, reprezentate în proiecţia ortogonală, sunt reprezentate în proiecţia axonometrică şi unite prin drepte, în aceeaşi ordine în care sunt în realitate.

Un exemplu în care se poate urmări aplicarea proiecţiei axonometrice la reprezentarea lucrărilor miniere şi o comparaţie a ei cu proiecţia ortogonală pe un plan orizontal, este redat în fig. 46 şi 47, unde sunt reprezentate o parte dintre lucrările miniere ale unei mine din Ural. In prima figură sunt reprezentate, în proiecţii ortogonale, lucrările miniere ale sectorului orizontului 96 m; în a doua sunt reprezentate, la aceeaşi scară, aceleaşi lucrări miniere ale orizontului 96 m în proiecţie axonometrică, iar pentru o mai bună comparaţie spaţială, lucrările miniere respective dela orizonturile 64 şi 128 m.

§ 4. PROIECŢII AFINE

1. PRINCIPII GENERALE

Proiecţia paralelă singulară are drept corespondent proiecţia perspectivă afină, sau înrudită. Biproiecţia sau poliproiecţia paralelă dă corespondenţa afină.

Corespondenţa afină sau înrudită se caracterizează prin existenţa egalităţii unor rapoarte simple. Aceasta înseamnă că raportul a două segmente oarecare de pe aceeaşi dreaptă este egal cu raportul segmentelor corespunzătoare de pe o dreaptă afină şi, la orice trans-

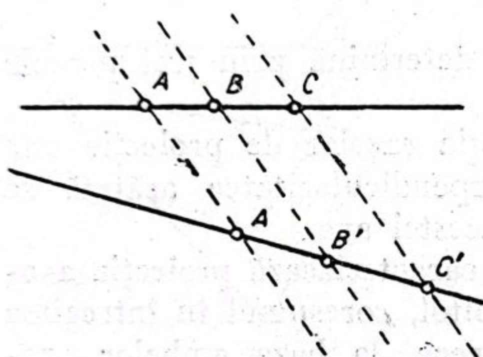


Fig. 48

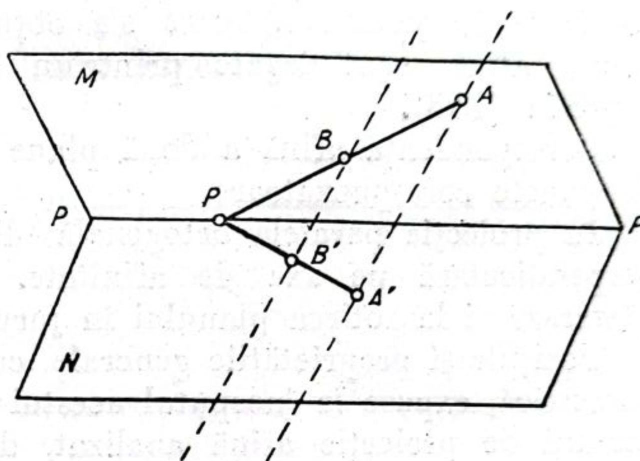


Fig. 49

formare afină, acest raport se păstrează, sau, la segmente egale de pe o dreaptă, corespund segmente egale de pe dreapta afină. Fie o dreaptă şi pe ea o serie de puncte *A, B, C* (fig. 48). Prin proiecţie paralelă pe o altă dreaptă se va obţine pe aceasta o serie corespunzătoare de puncte *A', B', C'*. Din figura menţionată rezultă că

$$\frac{\overline{AC}}{\overline{BC}}=\frac{\overline{A'C'}}{\overline{B'C'}} \text{ sau } \frac{\overline{AC}}{\overline{A'C'}}=\frac{\overline{BC}}{\overline{B'C'}}=m, \tag{1.23}$$

adică, există un raport simplu între segmentele date. Astfel, la transformarea afină a dreptei (la proiecţii paralele), lungimile tuturor segmentelor corespunzătoare (sau aşa numite omoloage) sunt proporţionale, ca şi cum dreapta s'ar întinde uniform pe direcţia ei, într'un raport oarecare. Prin urmare, scara reprezentării afine rămâne constantă după direcţie dată.

La corespondenţa afină a planelor există afinitate între dreptele unuia dintre plane cu corespondentele lor din celălalt. Fie date planele *M* şi *N* (fig. 49). Direcţia razei *AA'*, care trece prin punctul dat *A*, şi corespunzătorul lui *A'* din proiecţia perspectivă afină determină direcţia de proiecţie.

Linia de intersecţie PP a planelor M şi N, situate unul faţă de altul într'o poziţie afină, adică în acea poziţie în care se face proiectarea paralelă a unui plan pe celălalt, se numeşte axa de afinitate. Aceasta este una dintre elementele de bază în proiecţia afină.

Fie un punct oarecare B din planul M; să se găsească corespunzătorul său afin B' din planul N. Pentru aceasta, se unesc punctele A şi B printr'o dreaptă, care se prelungeşte până la intersecţia ei cu axa de afinitate în punctul P. Se unesc apoi printr'o dreaptă punctele A' şi P. Prin punctul B se duce o dreaptă paralelă la AA'. Această dreaptă va intersecta $A'P$ în punctul B', care este tocmai punctul căutat. Dreapta $\overline{AP}$, conţinută în planul M, şi dreapta $\overline{A'P}$, conţinută în planul N, care s'a obţinut din prima după transformarea afină, sunt legate printr'un raport simplu, caracterizat de expresia (1.23).

Corespondenţa afină a două plane se determină prin trei perechi de puncte corespunzătoare.

In proiecţia paralelă ortogonală, direcţia razelor de proiecţie este perpendiculară pe axa de afinitate. Perpendicularitatea arătată se păstrează şi la rotirea planului în jurul acestei axe.

Poziţiile şi proprietăţile generale, care caracterizează proiecţia axonometrică, expuse la începutul acestui capitol, corespund în întregime cazului de proiecţie afină analizat, deoarece, la baza ambelor proiecţii, stă metoda proiecţiei paralele. Diferenţa dintre ele constă în faptul că, la construire, se folosesc sisteme de coordonate diferite.

2. COORDONATE AFINE

La reprezentarea axonometrică a unui obiect se foloseşte, ca bază de construcţie a diferitelor părţi componente ale obiectului, sistemul de axe ortogonale xyz, al punctelor caracteristice ale obiectelor. Insă la reprezentarea imaginii obiectului din spaţiu, prin metoda proiecţiei paralele este comod, în unele cazuri, să se folosească drept sisteme de coordonate, axa afină şi direcţiile caracteristice, care sunt perpendiculare pe ea. Intrucât, la construirea imaginilor afine, se obţine, ca rezultat final, reprezentarea obiectului în planul de proiecţie cotat, urmează că planul de bază M al obiectului este planul orizontal. Planul M, intersectându-se cu planul N, dă axa orizontală afină PP. Direcţia paralelă cu ultima se ia ca direcţia axei absciselor (x). Direcţia perpendiculară pe axa de afinitate, conţinută în planul N, se numeşte coordonata afină (Y_f). A treia coordonată este dată de înălţimea caracteristică a punctului corpului faţă de planul de proiecţie. Coordonatele afine din planul N au un sistem corespunzător de coordonate în planul de bază M. Raportul lor, care asigură transformarea afină, caracterizează deformaţiile în lungul direcţiilor arătate.

Scanned with CamScanner

In adevăr, axa afină fiind linia de intersecţia a planelor *M* şi *N*, va aparţine, pe toată lungimea ei, ambelor plane. In fig. 50 se observă că dreptele din planul de bază *M*, aşezate paralel cu axa afină (de exemplu, dreapta *AB*), au drepte corespondente în figura afină, care, deasemenea, sunt paralele cu aceeaşi axă (dreapta *ab* în planul *N*). In consecinţă, lungimile *AB* şi *ab* sunt egale între ele. Untimul caz arată că există o relaţie importantă între ambele figuri pe direcţia paralelă cu axa afină, şi anume: dimensiunile obiectului, paralele cu axele afine, la transformarea afină nu se deformează sau, cu alte cuvinte, indicele de deformaţie în lungul axei afine, este egal cu unitatea.

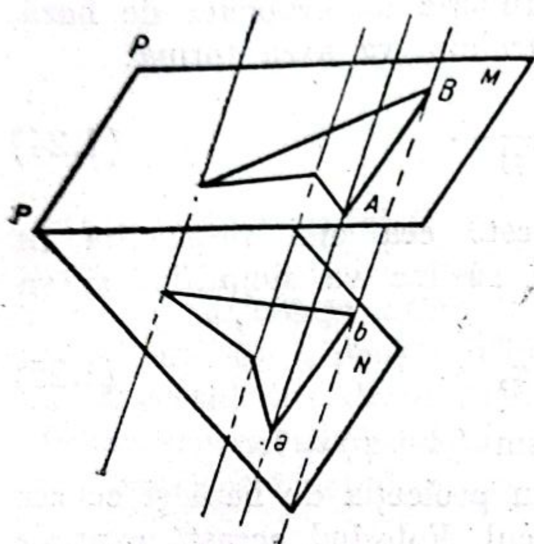


Fig. 50

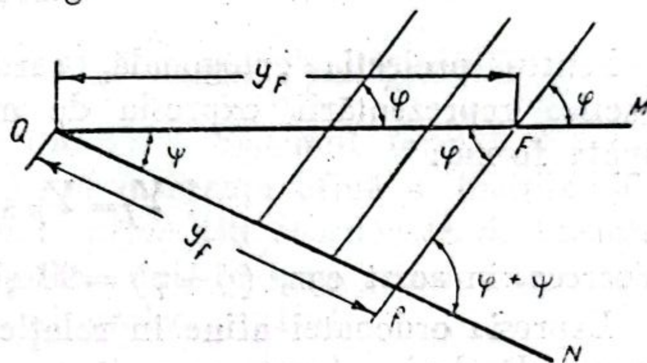


Fig. 51

Se va cerceta caracterul deformaţiei la transformarea afină, pe direcţia perpendiculară pe axa afină. Pentru aceasta se ia o secţiune plană perpendiculară pe axa afină, care trece prin razele de proiecţie (fig. 51). Aici, liniile de intersecţie ale planelor sunt trasate mai gros, iar secţiunile razelor de proiecţie, mai subţire.

Se notează cu:

- *Q* — punctul de intersecţie al axei afine cu planul de secţiune;
- *P* — punctul de intersecţie al planului de secţiune cu proiecţia în plan vertical a proiecţiei orizontale a figurii;
- *f* — punctul de intersecţie al liniilor figurii afine, aşezate în planul *N*, cu planul de secţiune;
- ψ — unghiul dintre planele *M* şi *N* în acelaşi plan de secţiune;
- φ — unghiul de înclinare al razelor de proiecţie cu planul de bază *M*;
- ψ+φ — unghiul de înclinare al razelor de proiecţie cu planul desenului *N*;

Scanned with CamScanner

Y_F — ordonata punctului F în planul de bază M, egală cu QF (ordonata de bază) și

Y_f — ordonata punctului f în planul desenului N, egală cu Qf (ordonata înrudită sau afină).

Din fig. 51 rezultă:

$$\frac{Y_f}{Y_F}=\frac{\sin\varphi}{\sin(\psi+\varphi)}.$$

Astfel, expresia ordonatei afine în funcție de ordonata de bază, în cazul general al proiecției oblice paralele, va avea forma:

$$Y_f=Y_F\,\frac{\sin\varphi}{\sin(\psi+\varphi)}. \qquad (1.24)$$

Pentru proiecția ortogonală, care este cea mai răspândită în practica reprezentării, expresia de mai sus se va simplifica și va căpăta forma:

$$Y_f=Y_F\sin\varphi, \qquad (1.25)$$

deoarece, în acest caz, $(\psi+\varphi)=90$ și $\sin\,(\psi+\varphi)=1$.

Expresia ordonatei afine în relație cu proiecția de bază și cu cea ortogonală devine foarte comodă în calcul. Folosind această expresie se poate face trecerea punctului dat din planul de bază M, prin diferite secțiuni apropiate, perpendiculare pe axa afină, în punctul corespunzător afin din planul N (acest procedeu se aplică în cazul figurilor cu contur curbiliniu).

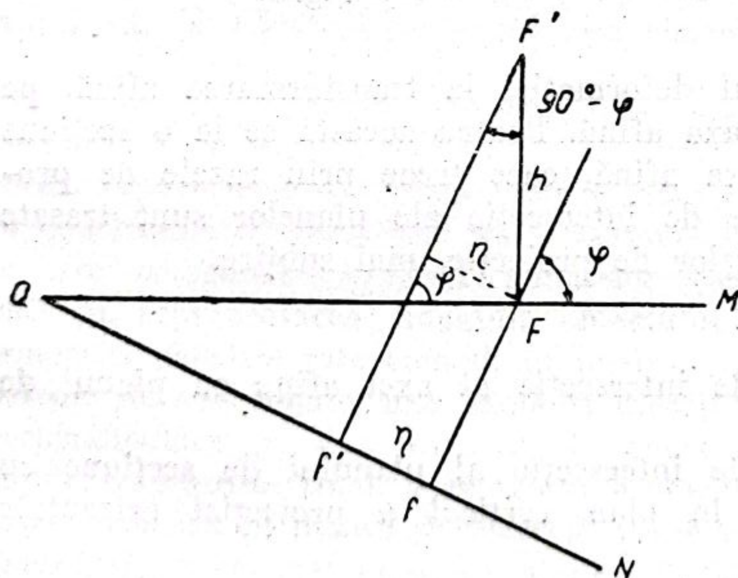


Fig. 52

Pentru a da o reprezentare sugestivă spațială obiectului reprezentat în plan, numai prin semne convenționale și prin cifre ale cotelor punctelor componente, trebue să se prelucreze și să se folosească corespunzător valoarea cotelor punctelor sale. Pentru analiza problemei se va lua din nou secțiunea perpendiculară pe axa afină. In fig. 52, care reprezintă această secțiune, notațiile au rămas, în cea mai mare parte, aceleași ca în fig. 51. Din această secțiune (fig. 52) rezultă că punc-

Scanned with CamScanner

tului F din planul orizontal (în desen) îi corespunde o înălţime oarecare, de exemplu h, limitată în secţiune de punctul F'.

Proiecţiile ortogonale F şi F' pe planul desenului N vor fi respectiv f şi f'. Astfel, proiecţia f' a punctului F', situat la înălţimea h deasupra punctului F, în planul N, va fi mai aproape de axa afină cu câtimea η, faţă de proiecţia f a punctului F.

Pentru determinarea mărimii η, se duce prin F o paralelă la planul N şi se găseşte că:

$$\cos\varphi=\frac{\eta}{h}$$

sau

$$\eta=h\cos\varphi. \tag{1.26}$$

S'a obţinut astfel o expresie simplă pentru prelucrarea cotelor necesare reprezentării spaţiale (afine) a obiectului. Se va numi mărimea η *„diferenţa afină a înălţimilor"*. Sistemul format din: axa afină (abscisă), ordonata afină Y_f şi diferenţa afină a înălţimilor η, vor fi considerate drept coordonate afine sau coordonate de înrudire. Metoda reprezentării spaţiale a obiectului, în care coordonatele afine sunt baza construcţiei, se va numi proiecţia afină.

3. CONSTRUCŢIA REPREZENTĂRII AFINE

Din cele expuse mai sus rezultă modul de construire a reprezentării obiectului în proiecţia ortogonală pe un plan înclinat, cu ajutorul coordonatelor afine. In esenţă, această proiecţie nu se deosebeşte cu nimic de proiecţia axonometrică ortogonală, schimbându-se numai metoda construcţiei.

In proiecţia afină, trecerea la coordonatele afine implică schimbarea direcţiei axelor de coordonate orizontale, după aprecierea executantului. Axa z în proiecţie coincide cu ordonata afină. Ambele sunt perpendiculare pe axa afină.

Dimensiunile principale ale obiectului şi direcţiile caracteristice, după care se aşează axele în axonometrie, la proiecţia afină, pot ocupa aceleaşi poziţii reciproce. Din această cauză, rezultatele finale ale proiecţiei afine şi axonometrice pot fi, în unele cazuri, complect identice. Prin urmare, nu are sens să se compare calităţile de claritate între cele două sisteme de reprezentare. Se poate vorbi numai de viteza şi de simplicitatea construirii într'un caz sau în celălalt.

Fie obiectul (corpul), de exemplu, zăcământul (sau o parte din zăcământ), reprezentat în desen în proiecţie cotată numerică. Se cere reprezentarea situaţiei lui din spaţiu. Conform concluziilor de mai sus, rezolvarea acestei probleme se va conduce după următorul plan:

Scanned with CamScanner

1. Se trasează în proiecţie orizontală (în desen) cu creionul, direcţia de proiecţie. Direcţia trebue aleasă astfel, încât reprezentarea să dea o imagine spaţială cât mai bună şi să creeze observatorului o imagine complectă şi justă despre obiect.

2. Planul N este perpendicular pe direcţia de proiecţie; din această cauză, dreapta de intersecţie a planului desenului N cu planul orizontal, este perpendiculară pe direcţia trasată; ia va fi deci axa afină.

Prin apropierea sau depărtarea planului N faţă de proicţia paralelă ortogonală, nu se schimbă cu nimic imaginea din spaţiu; în acest caz, se va deplasa corespunzător în planul desenului numai axa afină, rămânând tot timpul paralelă cu ea însăşi. Rezultă că axa afină se va aduce în poziţia cea mai convenabilă planului, ea rămânând perpendiculară pe direcţia trasată.

3. Axa afină se va trasa cu creionul pe planşa care va conţine construcţia proiecţiei afine, astfel încât reprezentarea să fie simetrică.

4. Se coboară pe plan perpendiculara din punctele proiectate de aceeaşi cotă pe axa afină. Se iau lungimile Y_f cu dimensiunile determinate din expresia (1.25), iar ca abscise se iau chiar valorile din planul M, care se transpun pe planul N. Se obţine, astfel, reprezentarea afină a punctelor de aceeaşi cotă.

5. In mod analog se transpun punctele din desen, de cotă mai mare sau mai mică. Insă înainte de a le transpune pe planşa cu construcţia afină, se trasează pe aceasta o nouă axă afină la distanţa $\eta = h \cos \varphi$ de prima axă afină, paralelă cu ea. Punctul de origine al primei axe afine se transpune coborînd o perpendiculară pe noua axă.

Ordonatele Y_F ale punctelor noi, luate din desen, sunt transformate, micşorându-le cu ajutorul ecuaţiei cunoscute, iar ordonatele afine noi, astfel obţinute (Y_f), pentru care se păstrează aceleaşi abscise din planul desenului, sunt transpuse pe planşa cu construcţia afină, folosind noua axă afină. Se obţine astfel reprezentarea unei noi serii de pucte de aceeaşi cotă.

Nu este greu să se imagineze că deplasarea axei afie la o creştere a cotelor se face într'un sens, iar la descreşterea lor se face în sens invers. Pentru ridicarea perpendicularelor — ordonatelor, cum şi pentru copierea şi transportul absciselor este uşor să se folosească hârtie milimetrică transparentă. Pentru obţinerea ordonatelor Y_f, este practic să se folosească compasul reductor. In lipsa compasului, Y_f se poate determina cu ajutorul riglei logaritmice.

Mărimile Y_f şi η se pot determina, deasemenea, grafic cu ajutorul nomogramelor — roza unghiurilor (fig. 53). Pentru aceasta se iau valorile Y_F şi h la scara aleasă şi se aşează pe dreptele înclinate corespunzător cu valorile φ, iar Y_f şi η se determină din aceeaşi scară. Dacă, însă, imaginea spaţială obţinută a obiectului nu

Scanned with CamScanner

corespunde cerințelor de sugestivitate, există două posibilități de a schimba condițiile de reprezentare, și anume prin: 1. variația unghiului φ și 2. prin variația direcției de proiectare.

Exemplu. Se dă planul (schema) complexului de lucrări miniere (fig. 54). Să se execute după schemă planșa proiecției afine. Direcția de proiecție este indicată în plan prin săgeata $\varphi = 50^0$.

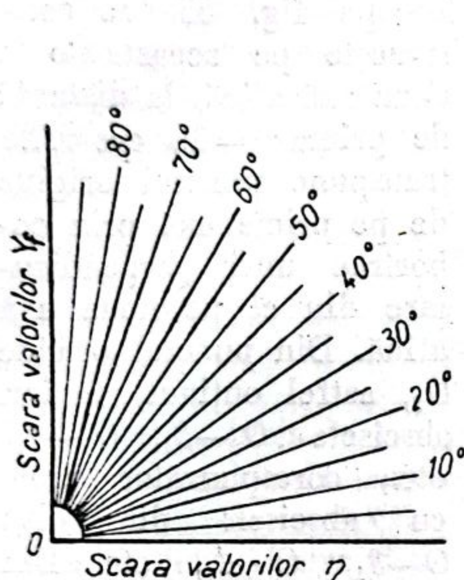


Fig. 53

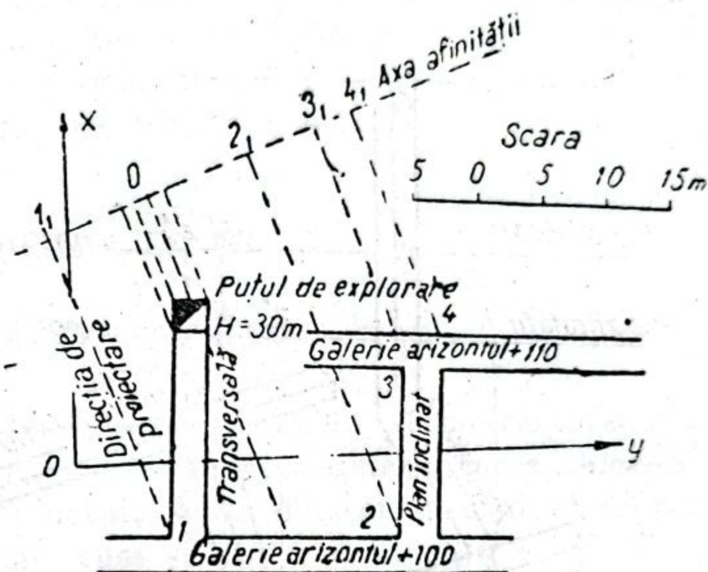


Fig. 54

R e z o l v a r e. 1. Pe planul perpendicular pe direcția de proiectare aleasă, se duce axa afină. Pentru a nu încărca planșa, este mai ușor să se ducă axa în afara complexului reprezentat. Se alege pe ea punctul origine, față de care se determină abscisele punctelor care urmează să fie transportate pe planșa afină, de exemplu: $0 - 1_1$, $0 - 2_1$, $0 - 3_1$, etc.

2. Pe planul perpendicular pe axa afină se duce ordonata Y_F pentru toate punctele de aceeași cotă, de exemplu: pentru punctele de cotă + 100, ordonatele lor vor fi dreptele $1_1 - 1$, $2_1 - 2$, etc.

3. Pe o coală de hrâtie pe care se va face reprezentarea afină, se duce axa afină pentru punctele cu cota + 100 (fig. 55), astfel încât desenul să se încadreze în planșe după dorință; se însemnă punctul origine pe axa afină și se transportă din fig. 54 abscisele $0—1_1$, $0—2_1$, etc., ale tuturor punctelor de cota + 100, fără nicio schimbare. Acestea vor fi segmentele de pe axa afină $0—1_1'$, $0_1—2_1'$, etc.

4. Din punctele astfel obținute $1_1'$, $2_1'$, etc. din fig. 55, se construesc ordonatele Y_f, perpendiculare pe axa afină, conform formulei $Y_f = Y_f \sin \varphi$; acestea vor fi segmentele $1_1 — 1'$, $2_1'—2'$. etc.

Scanned with CamScanner

Astfel, toate punctele planului (fig. 54) cu cota + 100 sunt transportate pe desenul spaţial (fig. 55). In desenul spaţial, punctele se unesc prin drepte, în aceeaşi ordine ca în realitate.

5. Pentru reprezentarea afină a punctelor de cota + 110 se procedează în mod analog. Punctele *3*, *4*, etc., sunt proiectate perpendicular pe axa afină în punctele 3_1, 4_1, etc. Pentru transportarea lor pe fig. 55, se construeşte pe aceasta o a doua axă afină, la distanţă de prima $\eta = 10 \cos \varphi$. Se transpune punctul origine de pe prima axă prin coborîrea unei perpendiculare din el pe noua axă afină. Din punctul origine O_2, astfel obţinut, se iau abscisele O_2—3_1, O_2—4_1, etc., corespunzător egale cu abscisele din plan O—3_1, O—4_1, etc. Din punctele $3_1'$, $4_1'$, etc. (fig. 55) se duc ordonatele Y_f, $3_1'$—$3'$, $4_1'$—$4'$, etc. Se obţine astfel reprezentarea punctelor cu cota + 110. Unind aceste puncte, atât între ele, cât şi cu punctele proictate înainte pentru cota + 110, se obţine reprezentarea lucrărilor miniere la cotele + 100 şi + 110, cum şi reprezentarea lucrărilor miniere care unesc aceste orizonturi. Pentru reprezentarea puţului de explorare se foloseşte proiecţia sa la orizontul + 100 şi la adâncimea *H*. Problema se reduce la construirea câtorva puncte care determină secţiunea puţului de explorare al orizontul + 130. Astfel se construeşte reprezentarea afină a corpurilor de orice complexitate. Toate liniile punctate în fig. 54 şi 55 se trasează numai în creion, fiind linii ajutătoare. După executarea desenului, liniile punctate se şterg.

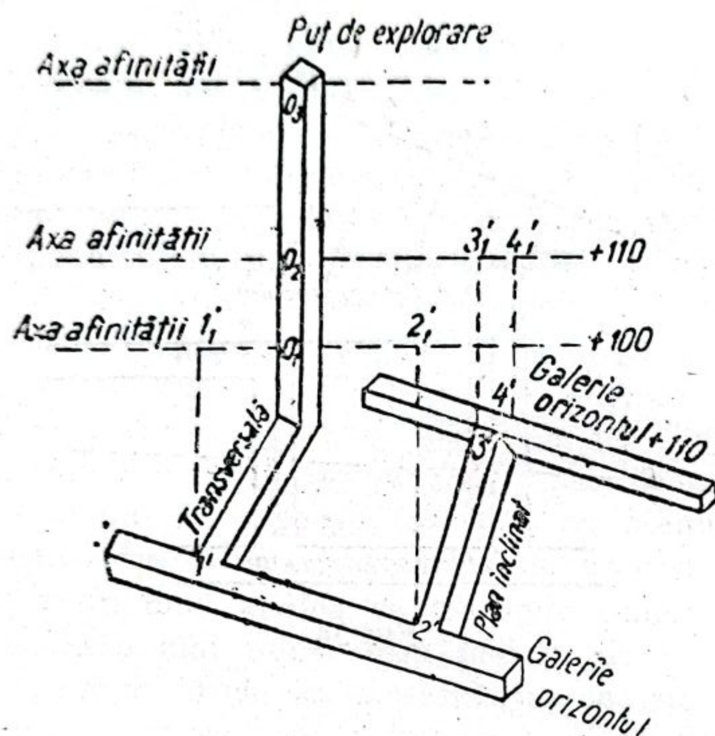


Fig. 55

Metoda reprezentării afine este atât de simplă, şi noul sistem de coordonate afine este atât de comod în executarea proiecţiilor, încât merită toată atenţia din partea topografilor minieri şi a geologilor. La executarea reprezentării afine a corpurilor de minereu, reprezentate în plan prin isolinii, lucrarea va merge încet, din cauza numărului mare de puncte necesare trasării exacte a curbelor isolinii. In acest caz, este nevoie de dispozitivul de desen, care permite obţinerea

în mod mecanic a imaginii spațiale a corpului, după proiecția sa orizontală (din planșă). Astfel de dispozitive se numesc *afinografe*.

Construcția lor este simplă și se bazează pe următoarele principii:

1. la conturarea planului, toate liniile din desenul de bază, paralele cu axa afină, trebue să se transporte mecanic pe desenul afin, paralel cu această axă și cu aceeași lungime;

2. toate liniile planșei de bază (desenului), perpendiculare pe axa afină, trebue să fie transportate mecanic pe desenul spațial perpendicular pe axa afină cu aceeași micșorare a acestor lungimi, care corespunde valorii unghiului de înclinare al razelor de proiecție φ. Până în prezent nu s'a realizat un afinograf perfect.

§ 5. PROIECȚIA CENTRALĂ

1. OBSERVAȚII GENERALE

Intre problemele care se întâlnesc adeseori în geometria minieră, sunt problemele de construcție, în care se cere determinarea valorilor unghiulare. In acest caz, va fi nevoie să se determine unghiul dintre două direcții, dintre două plane, cum și dintre o direcție și un plan.

Aceste sisteme de construcții se realizează ușor prin proiecția centrală. Pentru aceasta, toate direcțiile și planele date în spațiu se transportă paralel cu ele însăși într'un punct, în jurul căruia se descrie o sferă de rază R. Sfera va da cu planele și cu dreptele date intersecții sub formă de cercuri și puncte. Aceste intersecții, fiind transportate pe un plan oarecare printr'un fascicol de raze de proiecție, permit să se determine ușor unghiurile căutate între direcțiile și planele date.

In funcție de caracterul poziției reciproce a centrului de proiecție (punctul de observație) și a planului de proiecție față de sferă, se obțin diferite proiecții, și anume:

a) *Proiecția liniară*. Centrul de proiectare este situat în centrul sferei, iar planul de proiecție este tangent la sferă în punctul Z (fig. 56). Proiecțiile direcțiilor și ale planelor se obțin sub forme ușor de desenat prin puncte și drepte. Distanța dintre ele și punctul fix Z depinde de unghiurile de înclinare δ ale direcțiilor și planelor față de planul de proiecție și se determină cu expresia:

$$\overline{Zm} = R \operatorname{ctg} \delta = R \operatorname{tg} (90° - \delta) \quad (1.27)$$

Desavantajul acestei proiecții constă în faptul că, pe măsură ce se micșorează unghiul δ, proiecțiile direcțiilor și ale planelor se depărtează repede din limitele desenului (fig. 57). In adevăr, cu cât δ

Scanned with CamScanner

se micşorează, cu atât proiecţia liniară se depărtează de punctul principal de proiecţie Z.

b) *Proiecţia stereografică.* Centrul de proiectare se află pe suprafaţa sferei, la capătul diametrului ZZ', perpendicular pe planul de proiecţie, în punctul Z'. Planul de proiecţie K trece prin centrul sferei (fig. 58). Această proiecţie nu mai are desavantajul caracteristic proiecţiei liniare, şi anume că direcţiile şi planele cu valori mici ale unghiului de înclinare, sunt reprezentate uşor şi exact în limitele desenului. Proiecţiile direcţiilor şi ale planelor, vor fi reprezentate sub formă de cercuri, drepte şi puncte. De exemplu, direcţia *BC* va fi reprezentată în proiecţia stereografică prin segmentul *bc*. Deoarece, după condiţiile de proiectare, toate direcţiile trec prin centrul sferei (punctul *O*), direcţia *BC* va fi perfect determinată prin poziţia unui punct *b*. Planul care trece prin direcţia *BC*, dă, pe sferă, cercul mare *CEBD*, a cărui proiecţie stereografică pe planul *K* va fi reprezentată, după cum se va demonstra mai jos, prin cercul *cEbD*. In limitele cercului de pe planul orizontal (secţiunea sferei

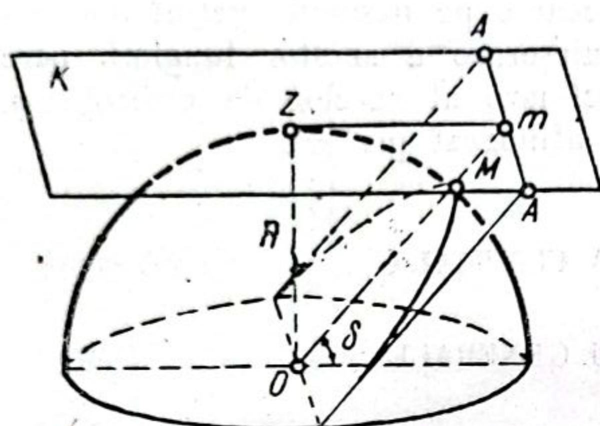


Fig. 56

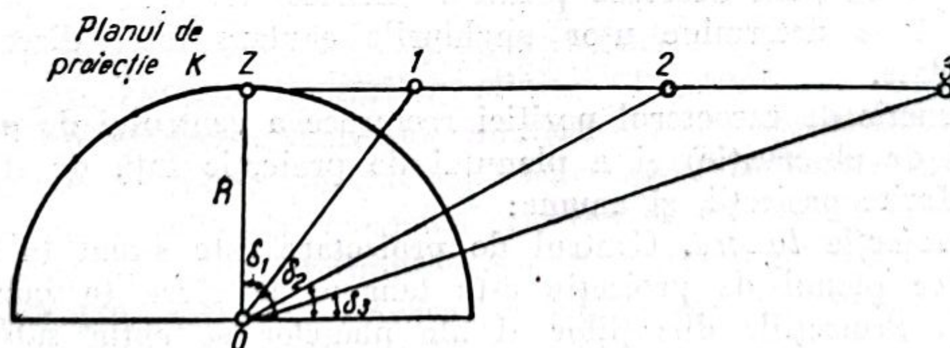


Fig. 57

cu planul *K*), proiecţia stereografică a planului *CEBD* va fi reprezentată prin arcul *EbD* al acestui cerc. Dreapta $\overline{ED}$, fiind dreapta de intersecţie a planului înclinat *CEBD* cu planul *K*, va fi chiar direcţia ei. Segmentul $\overline{Ob}$ este proiecţia dreptei $\overline{OB}$. Dacă $\overline{OB}$ este linia de pantă a planului *CEBD*, $\overline{Ob}$ este proiecţia stereografică a liniei de pantă a planului.

Scanned with CamScanner

Din fig. 58 rezultă că unghiurile de înclinare δ față de planul orizontal de proiecție al planului $CEBD$ și a direcției BC se vor determina prin segmentul $\overline{Ob}$, din următoarea expresie:

$$\overline{Ob} = R \operatorname{tg} \left(\frac{90^\circ - \delta}{2} \right). \tag{1.28}$$

Normala la planul $CEBD$ în punctul O, la intersecția cu sfera, dă punctul P, numit pol. Proiecția sa stereografică (punctul p) se numește proiecția gnomostereografică a planului $CEBD$.

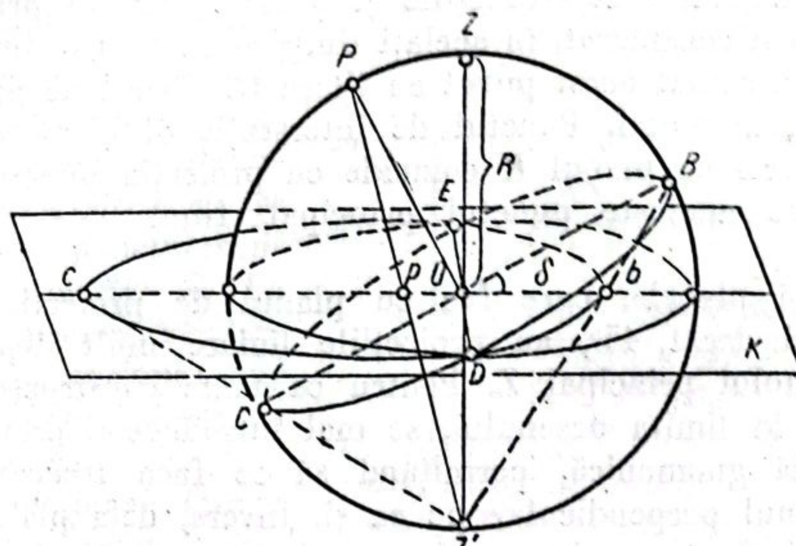


Fig. 58

Din formulele (1.27) și (1.28) rezultă că, pentru determinarea lui $\overline{Zm}$ și $\overline{Ob}$, cum și pentru determinarea distanței zenitale ($90^\circ - \delta$)

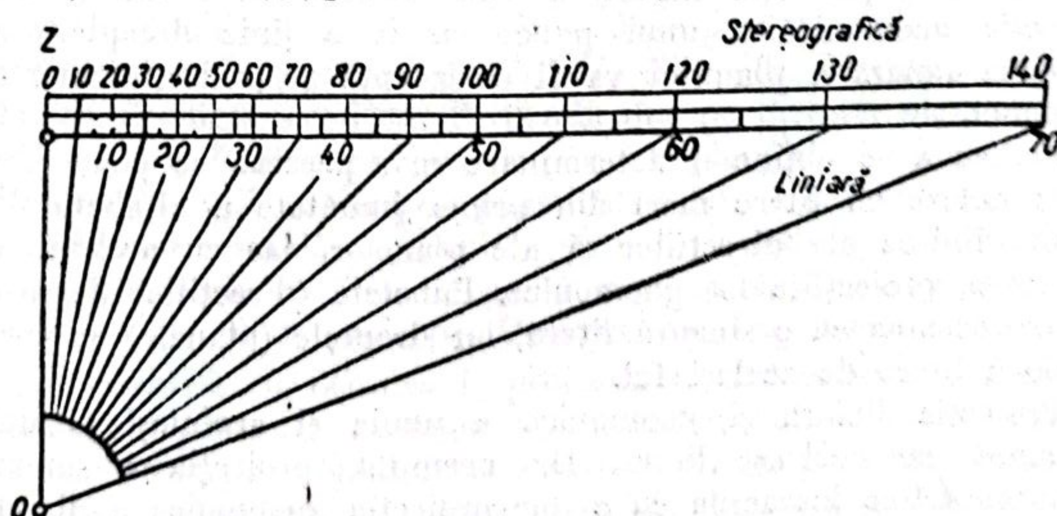


Fig. 59

și a unghiului δ, este mai bine să se folosească scara tangentelor. In fig. 59, o asemenea scară este reprezentată din 5^0 în 5^0 pentru $R = 5$ cm. Cifrele de sus se referă la scara stereografică, iar cele

de jos, la proiecţia liniară. Prima este mai puţin precisă, din punct de vedere grafic, pentru valorile mari ale unghiului δ, iar a doua nu dă valorile tangentei pentru unghiurile $\delta < 20^{\circ}$.

2. PROIECŢIA LINIARĂ ŞI GNOMONICĂ

a) Proiecţia liniară şi gnomonică a direcţiilor şi a planelor

Pentru determinarea mărimilor unghiulare cu ajutorul proiecţiei liniare, s'au imaginat toate direcţiile şi planele trecând prin centrul sferei, care a fost considerat, în acelaşi timp, şi ca centru de proiecţie. In fig. 56 s'a însemnat acest punct cu litera *O*. Planul de proiecţie *K* se ia, deobicei, orizontal. Punctul de intersecţie al diametrului vertical *ZZ'* al sferei cu planul *K* coincide cu proiecţia punctului *O* pe planul *K* şi se numeşte punctul principal, fiind notat în fig. 55 cu litera Z.

Direcţiile şi planele, care fac cu planul de proiecţie unghiuri mult mai mici decât 45°, au proiecţiile liniare mult depărtate de proiecţia punctului principal Z. Pentru ca toate construcţiile să fie cuprinse sigur în limita desenului, se mai introduce o proiecţie ajutătoare, numită gnomonică, permiţând să se facă trecerea dela o direcţie la planul perpendicular pe ea şi, invers, dela plan la o direcţie perpendiculară pe plan.

Proiecţia liniară a planului, perpendiculară pe direcţia dată, este proiecţia gnomonică a acestei direcţii, iar proiecţia liniară a direcţiei perpendiculare pe planul dat, este proiecţia gnomonică a planului. Prin urmare, proiecţia liniară a unei direcţii va fi un punct, iar proiecţia gnomonică a unui punct va fi o linie dreaptă. Invers, proiecţia liniară a planului va fi o dreaptă şi proiecţia gnomonică, un punct.

Pentru a se obţine o determinare mai precisă, se poate conveni să se noteze cu litere mari din prima jumătate a alfabetului proiecţiile liniare ale direcţiilor şi ale planelor, iar cu aceleaşi litere, însă mici, proiecţiile lor gnomonice. Punctele (direcţiile) de proiecţie se vor însemna cu o singură literă, iar dreptele (planele) se vor nota cu două litere de acelaşi fel.

Proiecţia liniară şi gnomonică a unuia şi aceluiaşi element se înseamnă cu aceleaşi litere. De exemplu, proiecţia gnomonică a planului *AA* se înseamnă cu *a*, iar proiecţia gnomonică a direcţiei *A* va trebui însemnată cu literele *aa*. Cu ajutorul proiecţiilor liniare şi gnomonice se rezolvă probleme de geometrie minieră de următoarele tipuri:

a) din elementele date de direcţie şi înclinare să se construiască proiecţiile liniare ale planelor şi ale direcţiilor;

Scanned with CamScanner

b) din proiecţiile liniare ale direcţiilor şi ale planelor să se determine elementele lor de înclinare şi direcţie;

c) să se determine unghiurile formate între direcţii şi plane.

Se vor analiza aceste probleme:

Fie date elementele de direcţie şi înclinare ale planului A (δ, α) şi ale dreptei (δ_0, α_0). Să se construiască proiecţiile lor liniare şi gnomonice. Mersul construcţiei este reprezentat în fig. 60, unde ZX este sensul pozitiv al axei absciselor, iar Z este punctul principal de proiecţie.

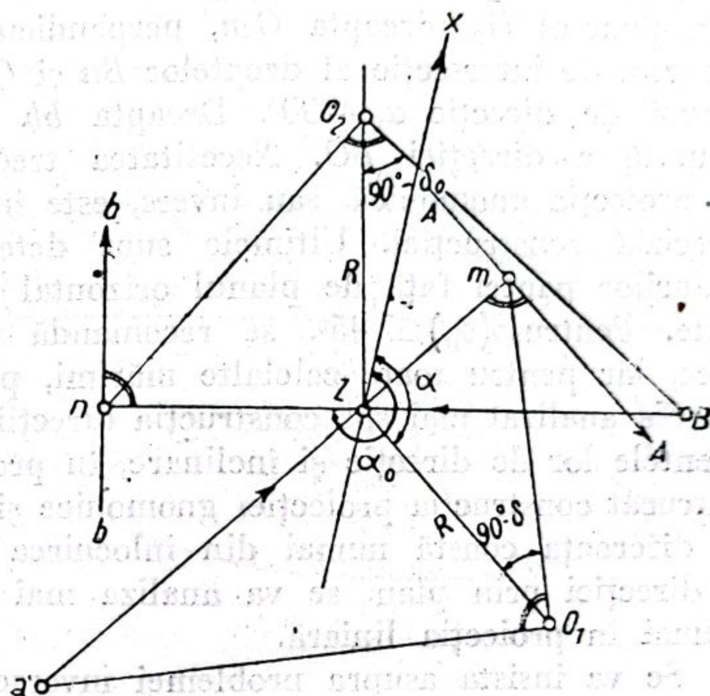


Fig. 60

Din fig. 56 şi din definiţia proiecţiei liniare, rezultă că înclinarea planului dat şi a dreptei are direcţia către punctul principal de proiecţie Z. La construirea proiecţiei liniare a planului se va suprapune triunghiul ZOm, situat în planul vertical (fig. 56), rotindu-l în jurul laturii $\overline{Zm}$, în planul de proiecţie. Suprapunerea executată permite să se explice metoda de construcţie a proiecţiei planului.

După direcţia dată (α) a planului se duce prin punctul Z o dreaptă pe lungimea căreia se ia raza sferei R (fig. 60). Mărimea razei se ia arbitrar, deobicei de 5 cm. Perpendicular pe direcţia planului, trasată din punctul Z, se duce linia de pantă a planului. Apoi, în punctul O_1 dela dreapta O_1Z, în direcţia pantei planului, se construeşte unghiul egal cu distanţa zenitală a planului $(90^0 - \delta)$. Latura a doua a acestui unghi, la intersecţia cu linia de pantă a planului, dă punctul m, care se găseşte pe planul de proiecţie. Dreapta AA', care trece prin punctul m şi este paralelă cu $\overline{ZO_1}$, va fi proiecţia liniară căutată a planului. Se construeşte proiecţia gnomonică a planului dat. Din cele expuse, rezultă că proiecţia planului se construeşte ca proiecţia liniară a dreptei, perpendiculară pe planul dat. In legătură cu aceasta, se construeşte din punctul O_1 dela latura O_1m, în direcţia pantei planului, un unghi drept, şi se prelungeşte a doua sa latură până la intersecţia cu prelungirea dreptei $\overline{mZ}$, în punctul a. Punctul a este proiecţia gnomonică căutată a planului.

La construirea proiecţiei liniare a direcţiei date BO se duce, prin punctul principal de proiecţie Z, o dreaptă perpendiculară pe direcţia

α_0 (fig. *60)*, construind astfel dreapta $\overline{ZO_2} = R$. In punctul O_2 se construeşte unghiul $(90^0 - \delta_0)$. Punctul obţinut B este proiecţia liniară a direcţiei date. Astfel, aici, ca şi la construcţia proiecţiei liniare a planului, se foloseşte triunghiul vertical ZOm (fig. 56), suprapus peste planul de proiecţie. Proiecţia gnomonică a direcţiei este o dreaptă, care, în acelaşi timp, este proiecţia liniară a planului, perpendiculară pe direcţia dată. Pentru determinarea ei, se construeşte din punctul O_2, dreapta $\overline{O_2n}$, perpendiculară pe dreapta O_2B. Prin punctul de intersecţie al dreptelor Bn şi O_2n se duce linia bb sub un unghi de direcţie $\alpha_0 + 90^0$. Dreapta bb va fi proiecţia gnomonică căutată a direcţiei BO. Necesitatea trecerii dela proiecţia liniară la proiecţia gnomonică, sau invers, este impusă de comoditatea şi de precizia construcţiei. Ultimele sunt determinate prin valorile unghiurilor pantei faţă de planul orizontal al direcţiilor şi al planelor date. Pentru $\delta(\delta_0) \leq 45^0$, se recomandă folosirea proiecţiei gnomonice, iar pentru toate celelalte mărimi, proiecţia liniară.

S'a analizat mai sus construcţia direcţiilor şi a planelor, după elementele lor de direcţie şi înclinare, în proiecţia gnomonică şi liniară. Intrucât construcţia proiecţiei gnomonice şi a celei liniare este aceeaşi, şi diferenţa constă numai din înlocuirea planului prin direcţie sau a direcţiei prin plan, se va analiza mai jos rezolvarea problemelor numai în proiecţia liniară.

Se va insista asupra problemei inverse celei cercetate mai sus şi anume: după proiecţia liniară, să se determine elementele de direcţie şi înclinare ale direcţiei sau ale planului.

Din fig. 60 rezultă că această problemă se rezolvă simplu. Fie proiecţia liniară a planului AA. Direcţia planului AA se va găsi, măsurând unghiul dintre direcţia axei x în sensul pozitiv, şi dreapta AA. Inclinarea planului este îndreptată către punctul principal de proiecţie Z. Pentru determinarea valorii unghiului de pantă δ, se coboară perpendiculara din punctul Z pe dreapta AA. Se duce $ZO_1 \perp Zm$, iar punctul O_1 se uneşte cu punctul m. Unghiul O_1mZ va fi unghiul de pantă al planului. Acesta poate fi măsurat direct, sau poate fi determinat prin segmentul mZ, cu ajutorul scării tangentelor, pentru proiecţia liniară.

Se dau proiecţia liniară a dreptei şi punctul B (fig. 60). Să se determine elementele sale de înclinare şi de direcţie.

Se unesc cu o dreaptă punctele B şi Z. Direcţia $\overline{BZ}$ determină direcţia dreptei. Din punctul Z se duce o dreaptă perpendiculară pe $\overline{ZB}$ şi se ia pe această dreaptă raza sferei R. Punctul O_2 astfel obţinut se uneşte cu B.

Unghiul ZBO_2 este unghiul de pantă δ_0. Acest unghi poate fi determinat tot atât de uşor prin segmentul $\overline{BZ}$ şi cu ajutorul scării li-

niare. Adeseori se întâlnesc în geometria minieră probleme ca determinarea elementelor de înclinare și de direcție ale planului, care este dat prin două direcții (problema „benzilor încrucișate"). Această problemă se rezolvă ușor prin proiecție liniară.

Fie două drepte conținute într'un plan, date prin elementele lor de înclinare și de direcție. Se cere să se determine elementele de în-

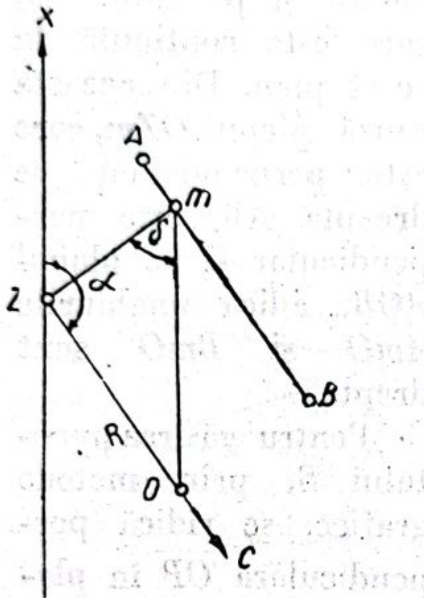


Fig. 61

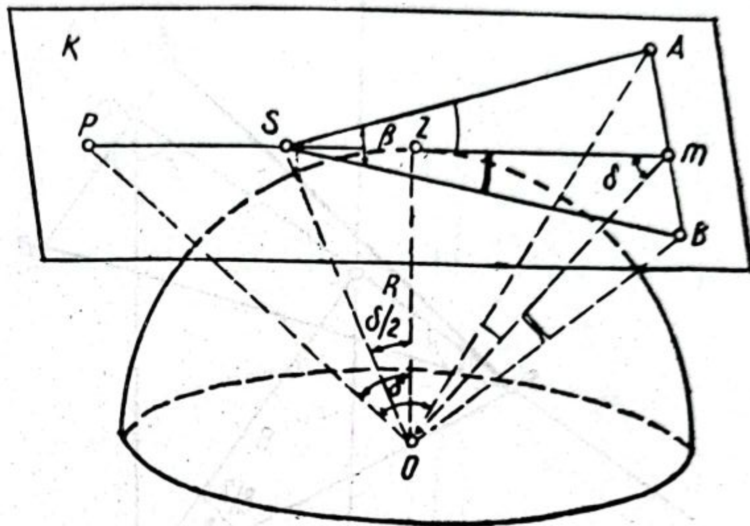


Fig. 62

clinare și de direcție ale planului. Din elementele date se construesc proiecțiile liniare ale dreptelor, care sunt punctele *A* și *B* (fig. 61). Acestea, fiind în același timp atât în planul dat, cât și în planul de proiecție, au aceleași cote, deci se află pe direcția planului dat. Ducând prin punctul *Z* direcția *ZC*, paralelă cu dreapta $\overline{AB}$, se va găsi unghiul de direcție α al planului.

Pentru determinarea unghiului de pantă al planului, se ridică perpendiculare $\overline{Zm}$ pe dreapta $\overline{AB}$; și pe dreapta $\overline{ZC}$ se ia raza sferei *R*. Se unește punctul *O* cu punctul *m*. Unghiul $OmZ = \delta$ va fi unghiul de pantă al planului.

Despre problema „benzilor încrucișate" se va trata mai pe larg în partea II.

b) Determinarea unghiurilor în proiecția liniară

Determinarea unghiului dintre direcții (drepte)

Teoremă: Pentru a construi pe planșă unghiul în adevărata mărime β, între dreptele $\overline{OA}$ și $\overline{OB}$, ale căror proiecții liniare *A* și *B* sunt date, trebue să se ducă întâi dreapta $\overline{AB}$ și să se ridice pe ea perpendiculara $\overline{Zm}$ (fig. 62); se duce pe ultima perpendiculara $\overline{ZO} = R$, și se unește punctul *O* cu punctul *m;* apoi, în punctul *O*, se ridică

perpendiculara $\overline{OP}$ pe dreapta $\overline{mO}$, construind astfel unghiul drept *mOP;* se împarte unghiul *POZ* în jumătate, şi se uneşte punctul obţinut *S* cu proiecţiile liniare ale dreptelor, adică cu punctele *A* şi *B*. Unghiul $ASB = \beta$.

Demonstraţia: $\overline{AB} \perp \overline{mZ}$ din construcţie. Dreapta $\overline{ZO}$ este perpendiculară pe planul de proiecţie şi prin urmare, este perpendiculară şi pe linia $\overline{AB}$, care este conţinută în acest plan. Din această cauză, planul *OZm*, care este perpendicular pe dreapta AB, este perpendicular şi pe planul *AOB*, adică unghiurile *AmO* şi *BmO* sunt drepte.

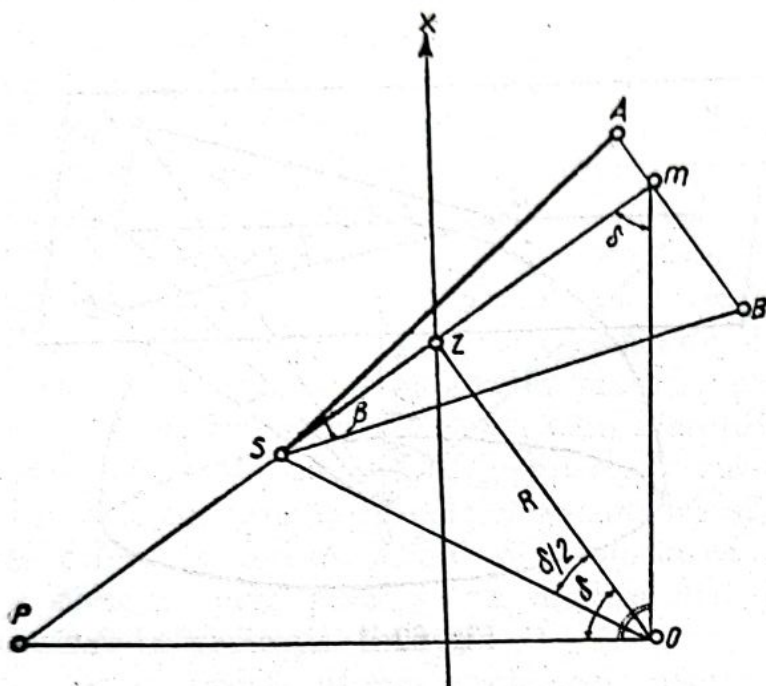


Fig. 63

Pentru găsirea punctului *S*, prin metode grafice, se ridică perpendiculara $\overline{OP}$ în planul *SOm* pe dreapta $\overline{mO}$, iar unghiul *POZ* este împărţit în jumătate cu bisectoarea *OS*. In triunghiul *mSO*, unghiurile adiacente la *SO* sunt egale între ele, deoarece unghiul $ZSO = 90 - \frac{\delta}{2}$ (din triunghiul dreptunghi *OZS*), iar $\measuredangle SOm = \measuredangle POm - \frac{\delta}{2} = 90° - \frac{\delta}{2}$.

Mai departe se vor cerceta două perechi de triunghiuri: $\triangle SmA$, $\triangle OmA$, şi $\triangle SmB$, $\triangle OmB$; $\triangle SmA = \triangle OmA$ (cateta *Am* este comună, $\overline{Sm} = \overline{Om}$); $\triangle SmB = \triangle OmB$ (cateta *Bm* este comună, $\overline{Sm} = \overline{Om}$); prin urmare, $\overline{SA} = \overline{OA}$ şi $\overline{SB} = \overline{OB}$. Deaceea, $\measuredangle ASB = \measuredangle AOB = \measuredangle\beta$ ceeace era de demonstrat.

In fig. 63 este reprezentat modul de determinare a mărimii adevărate a unghiului β, format de două drepte ,care sunt date prin proiecţiile lor liniare, adică prin punctele A şi B. Mersul construcţiilor nu necesită explicaţii.

Determinarea unghiului dintre plane

Teoremă: Pentru a se construi pe planşă mărimea adevărată a unghiului ν, format de două plane, ale căror proiecţii liniare $\overline{AA}$ şi $\overline{BB}$ sunt date (fig. 64), trebue să se unească punctul de intersecţie al

Scanned with CamScanner

proiecţei m cu punctul principal de proiecţie Z: perpendicular pe $\overline{Zm}$ se duce dreapta $\overline{ZO}$, egală cu raza sferei R, şi se uneşte punctul O cu punctul m; unghiul ZOm se împarte în două cu bisectoarea $\overline{OP}$; din punctul P se ridică o perpendiculară pe dreapta $\overline{Zm}$, până la intersecţia ei cu proiecţiile planelor în punctele S şi T. Punctele obţinute S şi T se unesc cu punctul Z. Unghiul SZT este cel căutat.

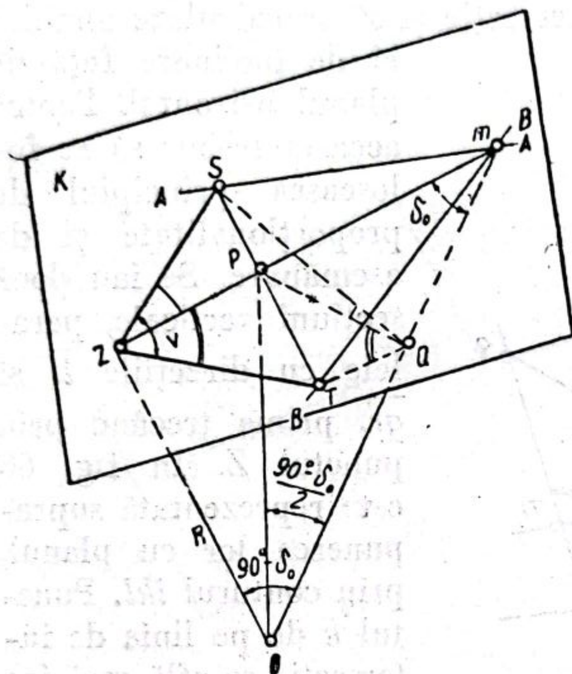


Fig. 64

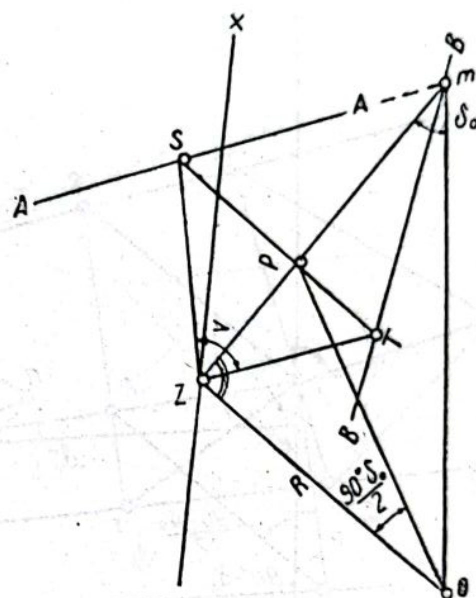


Fig. 65

Demonstraţie. Dreapta mZ (fig. 64) este proiecţia intersecţiei planelor. Prin construcţie, $\overline{mZ} \perp \overline{ST}$. Triunghiul OZm, prin construcţie, se găseşte în planul vertical. Perpendiculara $\overline{PQ}$ pe linia de intersecţie $\overline{Om}$ se găseşte, deasemenea, în planul vertical. Prin urmare, $\overline{PQ} \perp \overline{ST}$, iar triunghiurile SPQ şi TPQ sunt dreptunghice. $\triangle OZP = \triangle OQP$, deoarece ambele sunt dreptunghice, ipotenuza $\overline{OP}$ este comună şi unghiurile ascuţite sunt egale.

Prin urmare, $\overline{ZP} = \overline{PQ}$; apoi, mai departe, $\triangle SPZ = \triangle SPQ$ şi $\triangle TPZ = \triangle TPQ$, din egalitatea a două catete; prin urmare

$$\sphericalangle SPZ = \sphericalangle SPQ$$

şi

$$\sphericalangle TZP = \sphericalangle TQP,$$

de unde

$$\sphericalangle SZT = \sphericalangle TQS = \nu,$$

ceeace era de demonstrat.

Conform celor reprezentate în fig. 65, s'a efectuat determinarea unghiului real ν între două plane. Mersul construcţiilor se poate înţelege şi fără explicaţii.

Scanned with CamScanner

In fig. 66 este reprezentată rezolvarea problemei analoage, pentru cazul când proiecţiile liniare ale planelor se intersectează în afara limitelor planşei. Se va analiza acest caz special.

Fie în fig. 66 punctul Z, punct principal de proiecţie, şi dreptele $\overline{AA}$ şi $\overline{BB}$ proiecţii liniare ale planelor, pentru raza sferei egală cu R. In acest caz, ca şi la rezolvarea problemei precedente, pentru a determina mărimea adevărată a unghiului ν dintre aceste plane, este necesar să se construiască linia de intersecţie şi să se calculeze unghiul ei de înclinare faţă de planul orizontal. Pentru aceasta trebue să se folosească principiul de proporţionalitate şi de asemănare. Se iau două secţiuni verticale, paralele cu direcţiile $\overline{il}$ şi $\overline{qr}$, prima trecând prin punctul Z. In fig. 66 este reprezentată suprapunerea lor cu planul, prin conturul ikl. Punctul k de pe linia de intersecţie se află mai jos decât punctul Z cu distanţa egală cu raza sferei R.

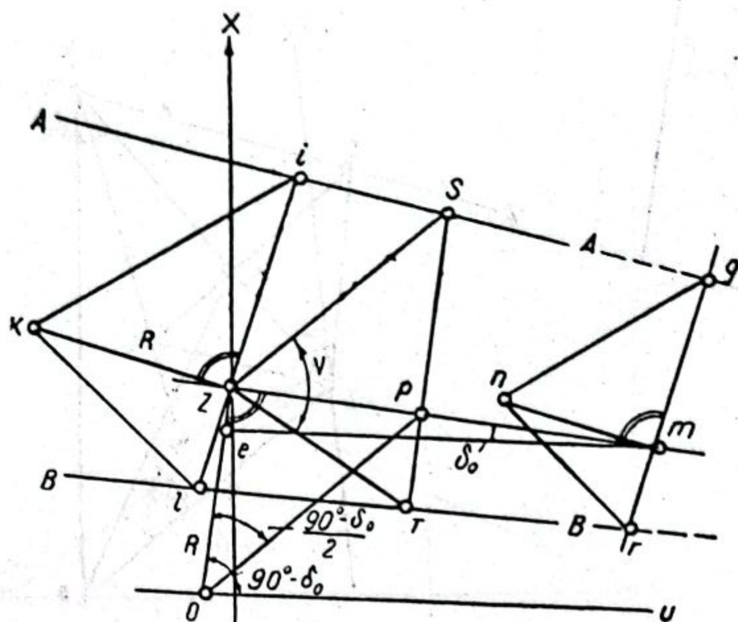


Fig. 66

Secţiunea verticală după linia $\overline{qr}$ este reprezentată în figură prin conturul qnr; punctul n, fiind deasemenea pe linia de intersecţie, se află mai jos decât punctul m (planul desenului) la distanţa $\overline{mn}$. Punctele Z şi m, fiind proiecţiile punctelor k şi n, caracterizează poziţia liniei de intersecţie a planelor în desen. Diferenţa de cotă între k şi n $(\overline{ZK}-\overline{mn}=\overline{Ze})$ faţă de planul desenului, caracterizează unghiul δ_0 al înclinării liniei de intersecţie faţă de planul orizontal. Dreapta $\overline{Ou} \parallel \overline{em}$ dă poziţia suprapusă pe plan a liniei de intersecţie. Ştiind că $\sphericalangle ZOu = 90^0 - \delta_0$, se obţine punctul P şi unghiul ν, aşa cum s'a procedat în problema generală.

Un caz mai particular decât cel expus mai sus va fi acela, când proiecţiile liniare ale planelor sunt paralele între ele. In acest caz, linia de intersecţie a planelor în desen va trece prin punctul Z şi va fie paralelă cu proiecţiile lor, adică va fi orizontală. Dacă este suprapusă pe plan, poziţia dreptei de intersecţie va fi deasemenea paralelă cu proiecţiile planelor. Rezultă deci că $\overline{ZP} = \overline{ZO} = R$, de unde se va găsi uşor punctul P şi se va construi unghiul ν.

Determinarea unghiului dintre dreaptă şi plan

Pentru rezolvarea acestei probleme se pot folosi concluziile privitoare la determinarea unghiului dintre două drepte. O imagine în spaţiu a raporturilor geometrice dintre elementele date în problemă este redată în fig. 67 *a*. Aici sunt reprezentate planul *A* şi dreapta $\overline{Bb'}$. Se cere să se determine unghiul ν dintre dreaptă şi plan. Cum rezultă din fig. 67 *a*, unghiul căutat ν este format de dreapta dată

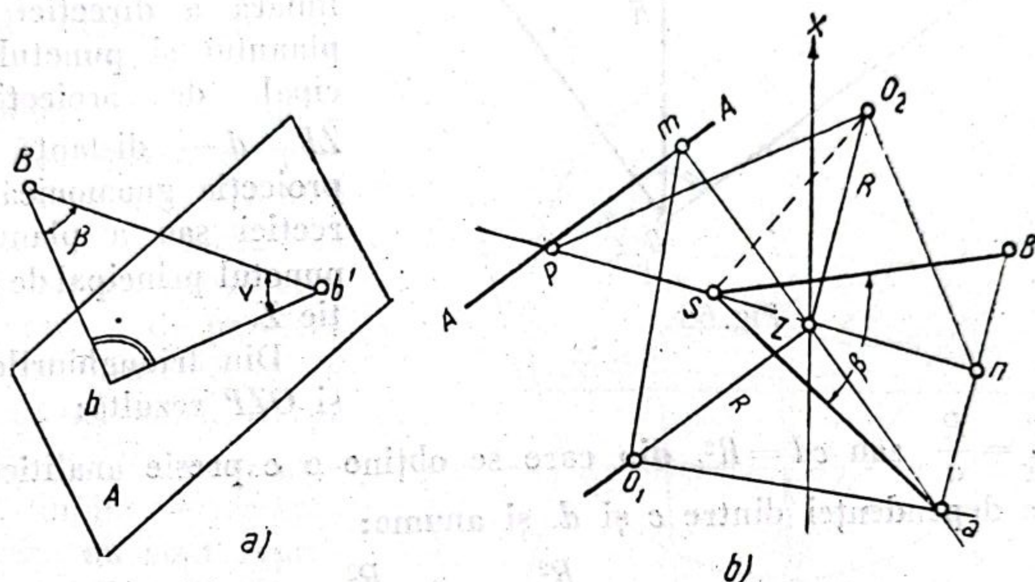


Fig. 67

şi de proiecţia ei ortogonală (bb') pe planul *A*. Acest unghi este egal cu complementul până la 90° faţă de unghiul β cu vârful în *B*. Acesta din urmă este format de dreapta dată şi de normala *Bb* la planul A. Prin urmare, problema se reduce la rezolvarea unei probleme deja cunoscute, şi anume, la determinarea unghiului $b'Bb=\beta$ dintre dreptele $\overline{Bb'}$ şi $\overline{Bb}$, după care, unghiul căutat se va calcula din expresia

$$\nu = 90° - \beta. \tag{1.29}$$

Problema se rezolvă în proiecţie liniară.

Din elementele date ale direcţiei şi înclinării planului şi ale dreptei se construesc proiecţiile lor liniare, punctul *B* şi dreapta $\overline{AA}$. Ele sunt reprezentate în fig. 67, *b*. Proiecţia liniară a normalei la planul *A* sau proiecţia gnomonică a acestui plan se vor reprezenta prin punctul *a*. Există astfel proiecţiile liniare a două direcţii, a dreptei date (punctul *B*) şi a normalei la planul *A* (punctul *a*).

In continuare, după metoda deja cunoscută, se determină unghiul β între aceste direcţii. Scăzându-l din 90°, se obţine unghiul căutat ν.

Scanned with CamScanner

c) Dependența dintre elementele proiecției liniare și gnomonice

Fig. 68 reprezintă raportul dintre proiecția liniară și gnomonică. Sunt date: O — centrul sferei; Z — punctul principal al proiecției: $ZO = R$ — raza sferei (gnomonice); $\overline{Zm} = c$ — distanța dintre proiecția liniară a direcției sau a planului și punctul principal de proiecție Z: $\overline{ZP} = d$ — distanța dintre proiecția gnomonică a direcției sau a planului și punctul principal de proiecție Z.

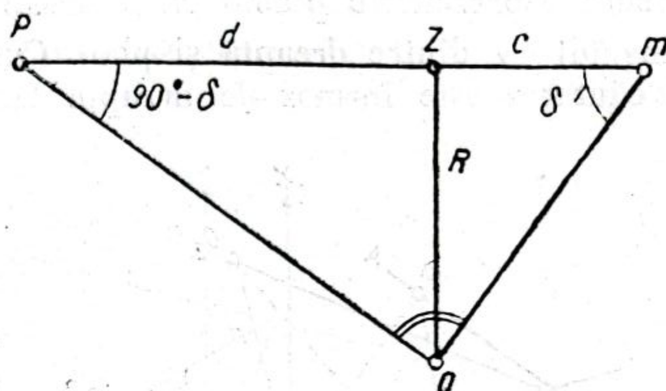


Fig. 68

Din triunghiurile OZm și OZP rezultă:

$\frac{c}{R} = \frac{R}{d}$ sau $cd = R^2$, din care se obține o expresie analitică simplă a dependenței dintre c și d, și anume:

$$c = \frac{R^2}{d}; \quad d = \frac{R^2}{c}. \tag{1.30}$$

Din caracteristicele cazurilor fundamentale, din teoremele proiecției liniare, cum și din analiza construcțiilor la rezolvarea unor propleme tipice de geometrie minieră, rezultă că proiecțiile liniare sunt comode pentru determinarea mărimilor unghiulare.

3. PROIECȚII STEREOGRAFICE

a) Proprietăți fundamentale și teoreme

Superioritatea proiecției stereografice constă în faptul, că toate construcțiile se pot face în limita cercului de bază. Datorită următoarelor trei proprietăți, proiecția stereografică este ușor aplicabilă pentru determinarea mărimilor unghiulare.

1. In interiorul cercului de bază (secțiunea sferei cu planul de proiecție) se poate reprezenta în întregime semisfera superioară.

2. Proprietatea fundamentală a proiecției stereografice constă în egalitatea unghiurilor (este o proiecție conformă). Mărimea unghiurilor dintre arcele cercului, care reprezintă planele în proiecția stereografică, este egală cu mărimea reală a unghiurilor dintre plane.

3. Circumferințele cercurilor mari și ale celor mici sunt reprezentate în proiecție stereografică prin cercuri (arce de cerc) și, în

cazuri particulare (la reprezentarea planelor verticale), prin drepte. Pentru generalizare, ultimele pot fi considerate ca arce ale cercurilor cu raza infinit de mare. Proiecţia planului este un cerc.

Prima proprietate a fost lămurită la începutul acestui capitol.

Se vor demonstra celelalte două proprietăţi.

Teoremă. Proiecţia stereografică este proiecţia echiunghiulară (conformă), adică unghiul dintre proiecţiile liniilor sferice (cercurilor mari) este egal cu însuşi unghiul dintre linii pe sferă.

Unghiul dintre liniile curbe din spaţiu se măsoară cu unghiul dintre tangentele la curbe în punctul lor de intersecţie. Fie punctul *A* de pe sferă (fig. 69), intersecţia a două cercuri mari. Dreptele $\overline{AB}$ şi $\overline{AC}$ sunt tangente la liniile sferice arătate (care nu sunt reprezentate în figură). Punctele *B* şi *C* sunt puncte de intersecţie ale tangentelor, cu planul de proiecţie *K*. In acest caz unghiul $BAC = \beta$ va reprezenta măsura unghiului dintre liniile sferice. Punctul *a* este proiecţia punctului *A* al sferei. Dreptele $\overline{aB}$ şi $\overline{aC}$ sunt proiecţiile dreptelor $\overline{AB}$ şi $\overline{AC}$.

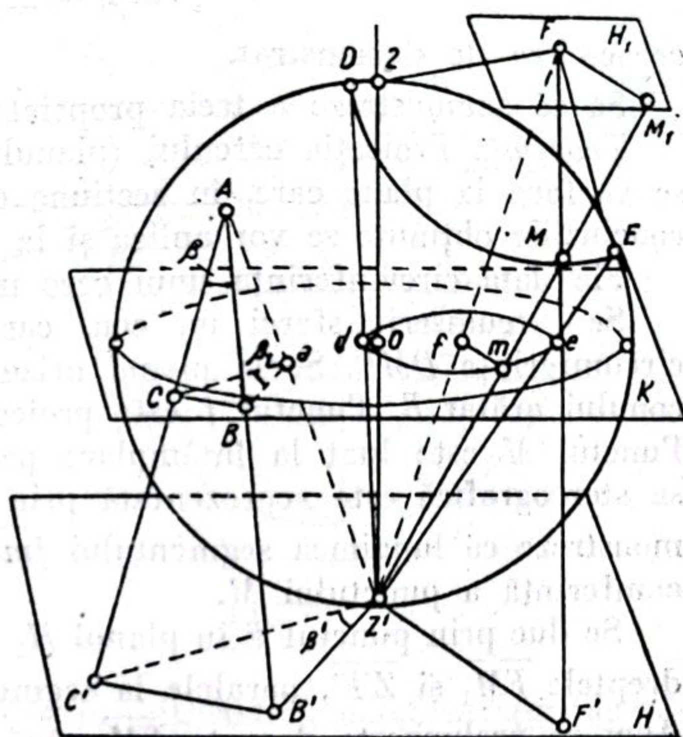


Fig. 69

Intrucât proiecţiile tangentelor la curbe sunt înseşi tangente la proiecţiile curbelor, unghiul $BaC = \beta_1$ este măsura unghiului dintre liniile curbe, care este proiecţia unghiului dintre curbe în punctul *A*. Pentru demonstrarea teoremei este destul să se arate că $\beta = \beta'$.

Dreptele $\overline{AB}$ şi $\overline{AC}$ sunt tangente la curbele de pe sferă şi tangente la sferă. Se prelungesc până la intersecţia lor cu planul *H* în punctele *B'* şi *C'* (fig. 69). Planul *H* este tangent la sferă în punctul *Z'*. Se unesc punctele *Z'*, *B'*, *C'* şi *A*, *B'*, *C'* prin drepte şi se notează unghiul *B'Z'C'* cu β'. Laturile triunghiurilor *aBC* şi *Z'B'C'* sunt corespunzător paralele una cu cealaltă, ca fiind formate de dreptele de intersecţie ale planelor *AC'B'*, *AB'Z'* şi *AZ'C'*, cu două plane paralele între ele, *K* şi *H*. Rezultă că $\overline{aB} \parallel \overline{Z'B'}$, $\overline{aC} \parallel \overline{Z'C'}$ şi $\sphericalangle\beta' = \sphericalangle\beta_1$ ca unghiuri cu laturi paralele. Rămâne să se demonstreze că unghiul

Scanned with CamScanner

$\beta' = \beta$. Triunghiurile $C'B'A$ şi $C'B'Z'$ sunt egale, deoarece latura $\overline{C'B}$ este comună ambelor triunghiuri, iar $\overline{C'Z'} = \overline{C'A}$, $\overline{B'Z'} = \overline{B'A}$, ca tangente la sferă în punctele comune C' şi B'. Astfel $\triangle C'B'A = \triangle C'B'Z'$. De aici rezultă că atât unghiurile corespunzătoare, cât şi unghiurile β şi β' sunt egale, adică $\sphericalangle\beta' = \sphericalangle\beta$.

Dar deoarece $\sphericalangle\beta_1 = \sphericalangle\beta'$, rezultă

$$\sphericalangle\beta_1 = \sphericalangle\beta \tag{1.31}$$

ceeace era de demonstrat.

Să se demonstreze a treia proprietate.

Teoremă. Proiecţia cercului (planului) este un cerc. Demonstraţia se va face la plane care, în secţiune cu sfera, dau cercuri mici, iar concluziile obţinute se vor aplica şi la cercuri mari.

Fie dată circumferinţa unui cerc mic DME (fig. 69).

Se circumscrie sferei un con, care este tangent la sferă după circumferinţa DME. Se ia planul orizontal H_1, care trece prin vârful conului arătat F. Punctul f este proiecţia stereografică a planului F. Punctul M este luat la întâmplare pe circumferinţa DME. Proiecţia sa stereografică este reprezentată prin punctul m. Se cere să se demonstreze că lungimea segmentului $\overline{fm}$ nu depinde de poziţia pe circumferinţă a punctului M.

Se duc prin punctul F în planul H_1, şi prin punctul Z' în planul H, dreptele $\overline{FM_1}$ şi $\overline{Z'F'}$, paralele la segmentul $\overline{fm}$, conţinut în planul K. Apoi se prelungeşte dreapta $\overline{FM}$ până la intersecţia cu dreapta $\overline{Z'F'}$ în punctul F', şi dreapta $\overline{Z'M}$ a conului, până la intersecţia cu dreapta $\overline{FM'}$ în punctul M_1. După construcţie, toate dreptele arătate sunt în acelaşi plan. După construcţie, însă, $\overline{FM_1} \parallel \overline{fm} \parallel \overline{Z'F'}$.

Deaceea,

$$\frac{\overline{fm}}{\overline{FM_1}} = \frac{\overline{Z'f}}{\overline{Z'F}},$$

de unde

$$\overline{fm} = \frac{\overline{FM_1} \cdot \overline{Z'f}}{\overline{Z'F}}, \tag{1.32}$$

Triunghiurile MFM_1 şi $Z'F'M$ sunt asemenea. Afară de aceasta, $\triangle Z'F'M$ cu vârful în F' este isoscel, având $\overline{F'Z'} = \overline{F'M}$, ca tangente duse din acelaşi punct F' la sferă. Pe această bază, triunghiul MFM_1 cu vârful în F este deasemenea isoscel. Deaceea, $\overline{FM} = \overline{FM_1}$. Inlocuind în formula (1.32) $\overline{FM}$ cu $\overline{FM_1}$, se obţine

$$\overline{fm} = \overline{FM}\frac{\overline{Z'f}}{\overline{Z'F}}. \tag{1.33}$$

Scanned with CamScanner

Mărimile $\overline{FM}$, $\overline{Z'f}$, $\overline{Z'F}$, care intră în membrul al doilea al expresiei (1.33), nu depind de poziţia pe cercul *DME* a punctului *M*. In adevăr, dreapta $\overline{FM}$, fiind generatoarea conului, este o constantă, care nu depinde de poziţia punctului *M* pe cerc, iar $\overline{Z'f}$ şi $\overline{Z'F}$ nu depind de punctul *M* şi sunt constante, pentru poziţia dată a cercului mic. Rezultă că $\overline{fm}$ este o mărime constantă, care nu depinde de poziţia punctului *M* pe cerc şi, deaceea, în interiorul curbei închise *dme* există un punct *f*, faţă de care toate punctele curbei închise se găsesc la aceeaşi distanţă. Aceasta înseamnă că *dme* este o curbă închisă, fiind proiecţia stereografică a cercului mic *DME*, adică un cerc, ceeace era de demonstrat.

Fig. 70

Dacă se ia planul înclinat astfel, încât să treacă prin centrul sferei, adică în locul cercului mic se ia un cerc mare, punctul *F* se va găsi la infinit. Astfel, demonstraţia făcută nu poate fi extinsă direct şi la cercurile mari. Intrucât însă, orice cerc mare este poziţia limită (cazul particular) a cercului mic, teorema demonstrată va fi valabilă şi în acest caz. In adevăr, dacă se duce un cerc paralel cu cercul mare, la o distanţă infinit mică, concluzia obţinută va fi valabilă şi pentru acest cerc mic. La o apropiere continuă a acestor cercuri, proiecţiile lor stereografice vor coincide la limită. Astfel, punctele de proiecţie ale cercului mic, care, în totalitatea lor, dau un cerc, se vor apropia infinit de punctele vecine ale proiecţiei cercului mare. Aceasta este posibil, în cazul când proiecţia cercului mare este tot un cerc.

Cercul mare trece prin centrul sferei şi intersectează cercul de bază al proiecţiei după diametrul *ED* (fig. 70). Diametrul fiind coarda proiecţiei stereografice, o împarte, în raport cu proiecţia cercului, în două părţi: interioară şi exterioară.

b) Construcţia proiecţiilor stereografice ale planelor

La construirea proiecţiilor stereografice ale planelor, după elementele lor date de înclinare şi de direcţie, se pune problema să se determine raza şi centrul proiecţiei stereografice.

Scanned with CamScanner

In fig. 70 sunt reprezentate sfera, planul proiecţiei K, planul înclinat $BDCE$, dat prin elementele lui, şi anume, $\overline{ED}$, direcţie (α) şi înclinare a faţă de orizont (δ); proiecţia stereografică a acestui plan este constituită de cercul $bDcE$ şi de cercul de bază al proiecţiei — $MDNE$. Fig. 71 reprezintă secţiunea sferei, după verticala din fig .70, după linia $\overline{Mc}$.

Din această secţiune rezultă că $\sphericalangle CZ'B$ este drept, sprijinindu-se pe diametrul $\overline{BC}$; deaceea, $\triangle\, cZ'b$ este dreptunghic. Jumătatea ipotenuzei sale, $\overline{ub} = \overline{uc} = \overline{uZ'} = r$, este raza cercului, care este proiecţia stereografică a planului dat. Din fig. 71 rezultă, deasemenea, că centrul cercului (proiecţia stereografică a planului) este punctul u, care se situează dealungul dreptei $\overline{bO}$. Să se determine distanţa d'ntre punctul u şi centrul sferei O, cum şi raza căutată r a proiecţiei stereografice în funcţie de raza R a sferei şi de unghiul de înclinare δ al planului dat.

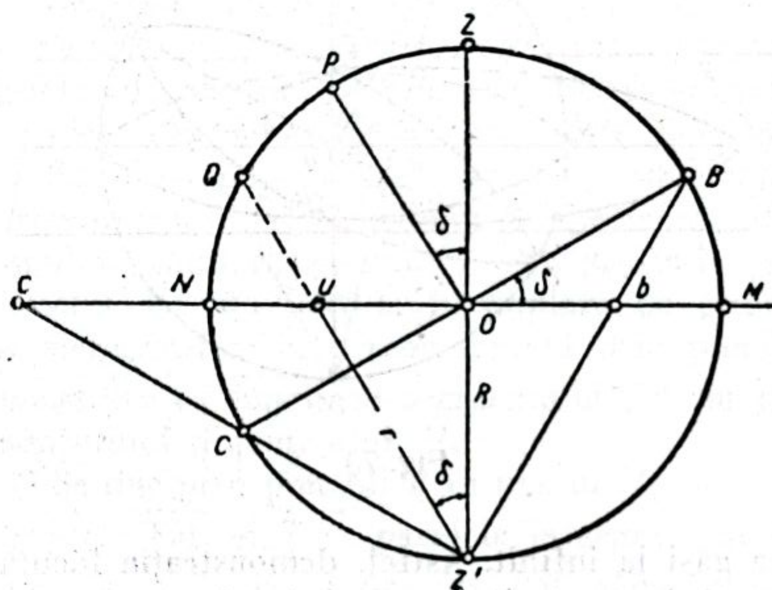


Fig. 71

Triunghiul $Z'ub$ este isoscel, deci $\sphericalangle\, uZ'b = \sphericalangle\, Z'bu$. Unghiul $Z'bu$ este $\dfrac{\overset{\frown}{BM}+\overset{\frown}{Z'N}}{2} = \dfrac{90^\circ+\delta}{2}$. Unghiul $uZ'b$ se măsoară cu jumătatea $\overset{\frown}{QB}$. Insă, $\overset{\frown}{QB} = \overset{\frown}{QP} + 90^0$.

Deaceea, $\sphericalangle\, uZ'b = \dfrac{\overset{\frown}{QP}+90^\circ}{2} = \dfrac{90^\circ+\delta}{2}$. Prin urmare, $\overset{\frown}{QP} = \delta$. Intrucât $\sphericalangle\, POZ = \delta$, atunci $\overset{\frown}{QZ} = 2\delta$, sau $\sphericalangle\, uZ'O = \delta$. Distanţa $\overline{uO}$, care determină centrul proiecţiei stereografice faţă de centrul sferei, care este punctul O, se calculează din triunghiul dreptunghic $uZ'O$, şi anume:

$$\overline{uO} = R\,\mathrm{tg}\,\delta. \qquad (1.34)$$

Astfel, distanţa dela centrul proiecţiei stereografice a unui plan oarecare, până la centrul cercului de proiecţie este egală cu raza sferei, înmulţită cu tangenta unghiului de înclinare al acestui plan.

Din acelaşi triunghi dreptunghic se determină raza r a proiecţiei stereografice:

$$r=R \sec \delta. \tag{1.35}$$

Raza sferei R se ia arbitrar şi, adeseori, se ia egală cu 10 cm.

Să se construiască proiecţia stereografică a planului P, dat prin elementele lui, direcţia α şi înclinarea δ. Cu unghiul α, pornind dela sensul pozitiv al axei x (fig. 72), se duce din punctul O, pe cercul de proiecţie, direcţia $\overline{ED}$ a planului dat. Din punctul D sau E în jos se construeşte unghiul δ, a cărui latură $\overline{Du}$ se duce până la intersecţia cu linia de înclinare a planului în punctul u. Punctul u este centrul cercului proiecţiei stereografice a planului, iar latura $\overline{Du}$ este raza sa. Mărimile $\overline{Ou}$ şi $\overline{Du}$ se pot obţine şi prin calcul din expresiile (1.34) şi (1.35). Din punctul u, cu raza r, se duce arcul $\widehat{DE}$ întins de coarda-diametru $\overline{ED}$ a cercului de proiecţie. In limitele cercului de proiecţie, arcul $\widehat{DE}$ este proiecţia stereografică a planului.

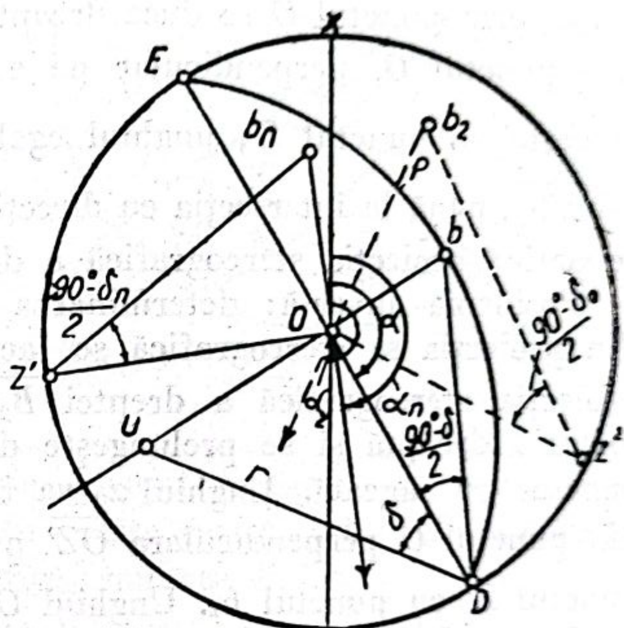


Fig. 72

Problema inversă: din proiecţia stereografică a planului să se determine direcţia şi înclinarea acestuia.

Fie în limitele cercului proiecţiei, proiecţia stereografică a planului — arcul $\widehat{ED}$ (fig. 72). Coarda lui va fi linia de direcţie a planului. Unghiul dintre sensul pozitiv al axei x şi direcţia planului va fi mărimea căutată α. Din centrul cercului de proiecţie O se duce o perpendiculară pe $\overline{ED}$, până la intersecţia cu proiecţia stereografică a planului, în punctul b. Punctul b se uneşte printr'o linie dreaptă cu punctul D. Unghiul ODb (fig. 72), după cum rezultă din fig. 71, este egal cu $\frac{90°-\delta}{2}$, deoarece $\sphericalangle ODb = \sphericalangle OZb$. Astfel se determină uşor unghiul de înclinare δ al planului.

c) Proiecţia stereografică a dreptei

Fie dată dreapta $\overline{BC}$ în spaţiu (fig. 70). Proiecţia ei stereografică este dreapta $\overline{bc}$. Deoarece ea trece prin centrul sferei (cercul proiecţiei) O şi acesta este punctul de pornire al construcţiei, proiecţia

stereografică a segmentului $\overline{BO}$ al dreptei date este dreapta $\overline{bO}$, care determină poziţia în spaţiu a întregii drepte $\overline{BC}$.

Astfel, pentru construirea proiecţiei stereografice a dreptei, este suficient, să se construiască proiecţia unui punct de intersecţie al acestei drepte cu sfera, punctul b. Punctul indicat b şi centrul cercului de proiecţie O determină perfect poziţia dreptei în spaţiu şi, deaceea, se spune că proiecţia stereografică a dreptei este punctul. Direcţia segmentului $\overline{bO}$ (fig. 71) determină direcţia dreptei $\overline{BC}$, iar lungimea sa depinde de unghiul de înclinare al dreptei faţă de orizont.

Fie date α_n şi δ_n, direcţia şi înclinarea unei drepte oarecare $\overline{B_nC_n}$. Cu α_n prin punctul O se duce dreapta (fig. 72), însemnată cu săgeată. Din punctul O, perpendicular pe ea, se duce dreapta $\overline{OZ'}$. Se construeşte, în punctul Z', unghiul egal cu $\frac{90°-\delta_n}{2}$ şi, prelungind latura lui $\overline{Z'b_n}$, până la intersecţia cu direcţia inversă a dreptei în punctul b_n, se obţine proiecţia stereografică a dreptei $\overline{B_nC_n}$, în punctul b_n.

Problema inversă: determinarea direcţiei şi a înclinării dreptei din proiecţia sa stereografică se face astfel. Fie punctul b_2 (fig. 72) proiecţia stereografică a dreptei $\overline{B_2C_2}$. Se uneşte punctul b_2 cu O printr'o dreaptă şi se prelungeşte dreapta, aşa cum este reprezentat punctat cu săgeată. Unghiul α_2 va fi direcţia dreptei date. Se ridică din punctul O perpendiculara $\overline{OZ'}$ pe $\overline{Ob_2}$. Se uneşte printr'o dreaptă punctul Z' cu punctul b_2. Unghiul $OZ'b_2 = \frac{90°-\delta_2}{2}$. Astfel se obţine δ_2, înclinarea dreptei.

d) Determinarea unghiurilor dintre plane şi drepte

Determinarea unghiului dintre plane

Fie date elementele de poziţie ale două plane P_1 şi P_2 ($\alpha_1\delta_1$; $\alpha_2\delta_2$). Se cere să se determine mărimea adevărată a unghiului ν dintre plane. Se reprezintă cercul de proiecţie de rază R. Prin punctul O se duce axa x (fig. 73). Folosind valorile date α_1 şi α_2, se construesc direcţiile planelor P_1 şi P_2, reprezentate în limitele cercului de proiecţie prin diametrii $\overline{E_1D_1}$ şi $\overline{E_2D_2}$. Din punctul O, perpendicular pe diametri, se duc liniile de înclinare ale planelor (linii subţiri cu săgeată). In punctele D_1 şi D_2 se construesc unghiurile corespunzătoare de înclinare δ_1 şi δ_2 ale planelor P_1 şi P_2.

Laturile acestor unghiuri sunt prelungite până la intersecţia cu liniile de pantă ale planelor, în punctele u_1 şi u_2. Punctele u_1 şi u_2 sunt centre din care, cu razele r_1 şi r_2 pe coardele $\overline{E_1D_1}$ şi $\overline{E_2D_2}$, se

Scanned with CamScanner

duc arcele corespunzătoare, care reprezintă, în limita cercului orizontal, proiecţiile stereografice ale planelor P_1 şi P_2.

Punctul de intersecţie al acestor arce va fi însemnat cu *A*. După proprietatea proiecţiei conforme, unghiul din *A* dintre arcele $\overparen{D_1AE_1}$ şi $\overparen{D_2AE_2}$ exprimă mărimea adevărată a unghiului ν dintre plane. Acest unghi poate fi găsit şi ca fiind cuprins între tangentele la arce, în punctul lor de intersecţie, sau cuprins între razele r_1 şi r_2, duse în punctul *A*. In fig. 73, unghiul ν se obţine ducând razele prin punctul *A*.

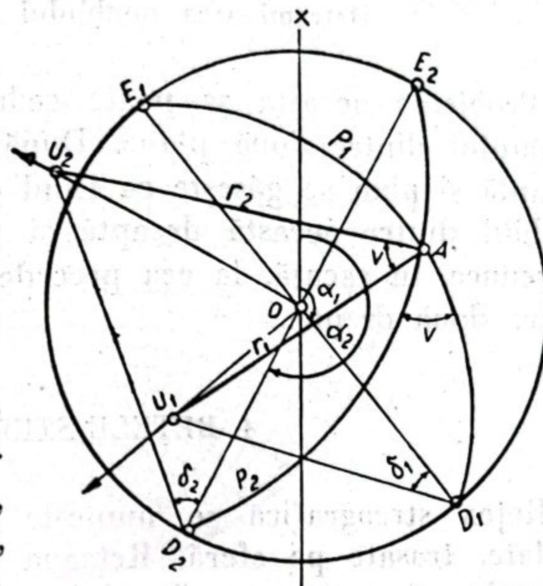


Fig. 73

După cum rezultă din cele expuse, determinarea mărimii adevărate a unghiului ν dintre plane, cu ajutorul proiecţiei stereografice, se reduce la o problemă simplă. In cazurile de înclinare mare a planelor date, centrele proiecţiilor stereografice depăşesc limitele planşei, ceeace, este un desavantaj al proiecţiei stereografice. In aceste cazuri, este indicat să se folosească proiecţia gnomostereografică, sau cea liniară.

Determinarea unghiului dintre drepte

Determinarea unghiului dintre drepte se poate reduce la determinarea unghiului dintre plane, folosind faptul că unghiul β dintre normalele la plane este egal cu unghiul $(180^0 - \nu)$, unde ν este unghiul format de plane. Dreptele date trebue reprezentate normal la planele corespunzătoare, care sunt, în cazul dat, plane ajutătoare; unghiul căutat β dintre drepte se va calcula în funcţie de unghiul ν dintre aceste plane, din expresia $\beta = 180^0 - \nu$. Direcţiile şi înclinările planelor se determină după direcţiile şi înclinările dreptelor din expresiile:

$$\left.\begin{aligned} \alpha &= \alpha_0 + 90^\circ \\ \delta &= 90^\circ - \delta_0 \end{aligned}\right\}, \qquad (1.36)$$

în care α_0, δ_0 sunt direcţia şi înclinarea dreptei date;
α, δ — direcţia şi înclinarea planului ajutător (perpendicular pe direcţia dată).

Scanned with CamScanner

Cu ajutorul reţelei stereografice a lui Wulf, unghiul β dintre dreptele date se găseşte uşor prin simpla măsurare în grade a arcului, care trece prin proiecţia stereografică a dreptelor date.

Determinarea unghiului dintre dreaptă şi plan

Problema aceasta se poate reduce, deasemenea, la determinarea unghiului dintre două plane. După schema generală, unghiul dintre dreaptă şi plan se găseşte ca fiind complementul până la 90°, pentru unghiul dintre această dreaptă şi normala la plan, adică problema se reduce, în esenţă, la cea precedentă — la determinarea unghiului dintre două drepte.

4. REŢELE STEREOGRAFICE

Reţea streografică se numeşte proiecţia stereografică a reţelei gradate, trasate pe sferă. Reţeaua poate fi polară, când planul de proiecţie este suprapus planului ecuatorial al sferei, iar punctul de observaţie corespunde cu nadirul, sau poate fi cu planul meridian, când punctul de observaţie se găseşte într'un punct oarecare de pe ecuator, iar planul de proiecţie, într'un plan meridian, situat la 90° de punctul de observaţie.

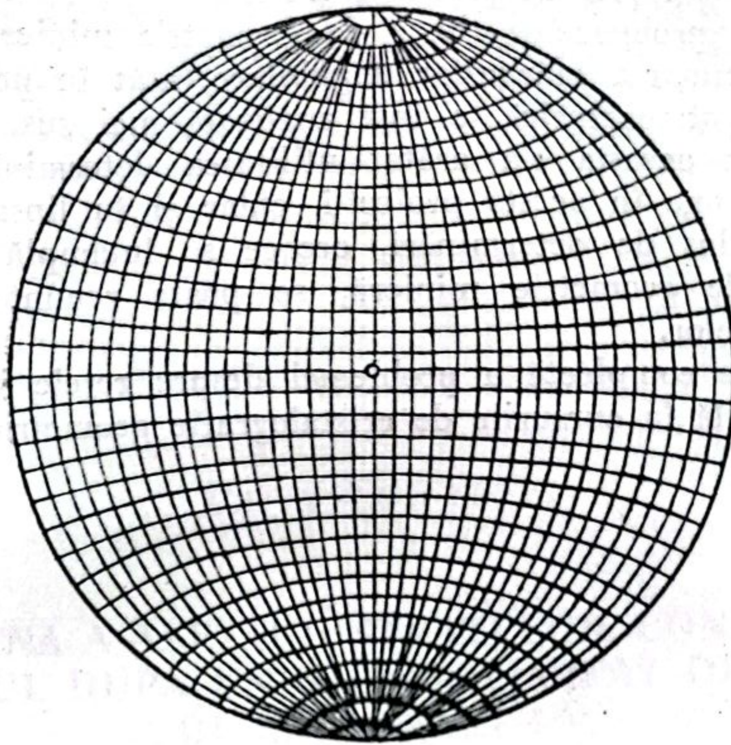
Reţelele sunt folosite din timpurile cele mai vechi, pentru reprezentarea bolţii cereşti. Ca ajutor în rezolvarea problemelor geometrice (în cristalografie, petrografie şi în topografia minieră, reţelele stereografice au fost propuse de academicianul E. S. Fedorov, la sfârşitul secolului trecut). In prezent, se folosesc foarte mult în cristalografie şi în petrografie, unde numeroasele determinări ale valorilor unghiulare cer o accelerare a acestor determinări.

Reţelele sunt de două feluri: transparente şi opace. Există reţele multiple, însă acestea se deosebesc mai ales prin cantitatea grupurilor de plan, reprezentate pe ele.

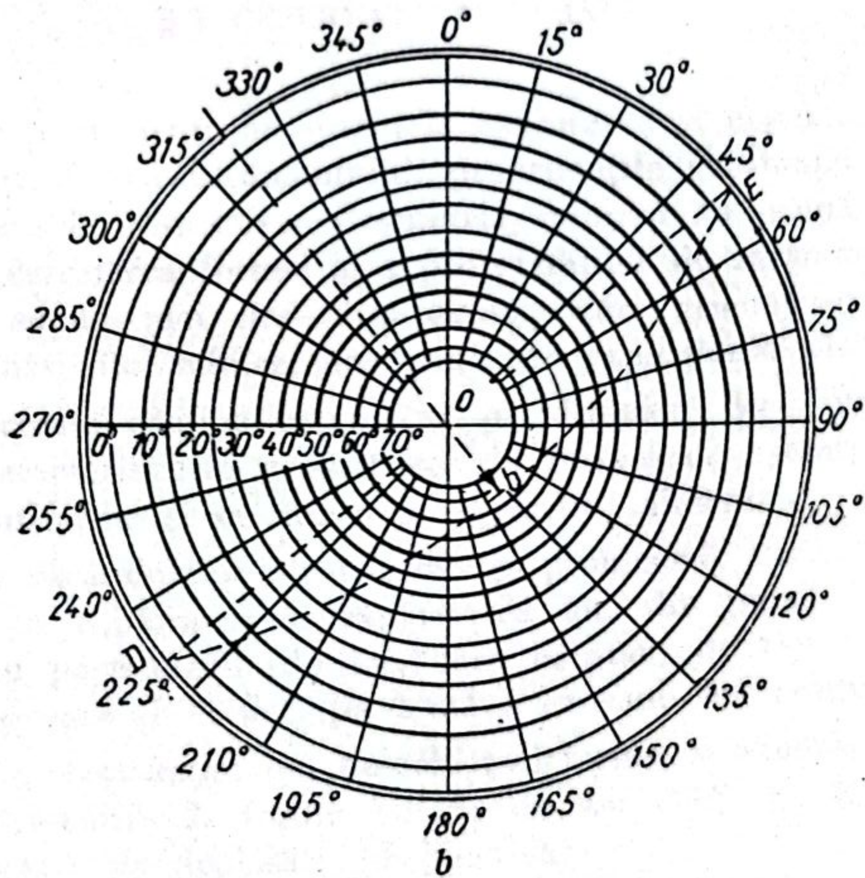
In fig. 74, *a* se dă ca exemplu reţeaua meridiană a lui Wulf, iar în fig. 74, *b*, reţeaua polară simplificată, propusă de A. K. Boldârev. Pe ea sunt reprezentate numai cercurile înălţimilor şi planele meridionale. Pentru ca să nu se încarce desenul cu prea multe linii, în fig. 74, *b* aceste plane s'au trasat la intervale mai rare. In această figură este reprezentată proiecţia stereografică a planului, cu elementele de direcţie şi înclinare $\alpha = 231°$, $\delta = 63°$. Deobicei, intervalele se iau mai apropiate (până la 2°). La reprezentări cristalografice şi petrografice, geologii folosesc foarte mult reţeaua stereografică meridiană a lui Wulf.

Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner



a



b

Fig. 74

Lucrul cu rețeaua este simplu. Pe lângă rețelele proiecției stereografice există și rețele de proiecție liniară.

Rezolvarea problemelor tipice de geometrie minieră, pentru care se cere determinarea mărimilor unghiulare, atât în proiecția liniară, cât și în cea stereografică, a fost analizată mai sus, fără folosirea rețelelor. Prin aceasta s'a arătat utilitatea determinării mărimilor unghiulare anume în aceste proiecții, chiar și în lipsa rețelelor. La un număr redus de determinări, ceeace se întâmplă la rezolvarea problemelor de geometrie minieră, se poate renunța complect la aplicarea rețelelor.

O expunere complectă a problemei despre rețele și despre aplicarea lor se află în cursurile de cristalografie geometrică.

Scanned with CamScanner

PARTEA A DOUA

GEOMETRIA AȘEZĂRII ZĂCĂMINTELOR STRATIFORME ALE SUBSTANȚELOR MINERALE UTILE ȘI TRASAREA LUCRĂRILOR MINIERE

Biblioteca ... Geologie-Geofizica

CAPITOLUL II

FORMA PLANĂ A AȘEZĂRII STRATELOR. CONSTRUCȚIA ȘI CALCULUL DUPĂ UN NUMĂR LIMITAT DE PUNCTE DE EXPLORARE

§ 1. OBSERVAȚII GENERALE

Obiectele permanente de studiu la explorarea și exploatarea zăcămintelor sunt: forma zăcământului, proprietățile substanței minerale utile și procesele respective. Geometria minieră se ocupă, în mod deosebit, cu cercetarea formei și a proprietăților de zăcământ. Dintre procese, se supun mai des unei caracterizări geometrice miniere, deplasările masivului minier, provocate, de exploatarea zăcămintelor.

Partea aceasta conține expunerea problemelor, care sunt în legătură cu caracteristicele geometrice ale formei de așezare a zăcămintelor stratiforme și cu trasarea lucrărilor miniere.

Structura zăcămintelor stratiforme și problemele care se rezolvă în legătură cu explorarea și exploatarea lor, din punct de vedere geometric, au particularitățile lor, care constau, de fapt, în forma diferită de așezare și în variația lentă a grosimii lor normale.

In așezarea stratelor se pot deosebi trei forme, și anume: 1. forma plană de zăcământ; 2. forma cutată de zăcământ și 3. așezarea stratelor afectate de deplasări (disjunctivă).

Se vor analiza, succesiv, proprietățile geometrice ale formelor arătate mai sus și rezolvarea problemelor geometrice fundamentale, legate de explorarea și exploatarea zăcămintelor stratiforme.

Scanned with CamScanner

§ 2. ELEMENTELE DE AŞEZARE ALE STRATELOR

In sectoarele slab dislocate, stratele de substanţe minerale utile sunt aşezate aproape orizontal sau puţin înclinat. In acest caz, se poate considera stratul, pe suprafeţe destul de întinse şi cu destulă precizie, ca fiind plan.

La o dislocare intensă, stratele se adună în cute, uneori de formă complicată. Dar, şi în acest caz, se pot separa totdeauna porţiuni din strat, ale căror suprafeţe se pot considera, practic, ca plane. In cazul acesta, suprafaţa curbă se înlocueşte cu suprafaţa unui poliederu circumscris .

Fiecare faţă, plană a acestui poliederu este un plan tangent, la suprafaţa stratului, în punctul dat.

Imaginea formei complexe a zăcământului este constituită de suma de imagini ale feţelor plane componente ale zăcământului. Deaceea, iscusinţa de a obţine date din măsurători, din calcul şi din grafic, în legătură cu aşezarea stratului este etapa necesară în studiul zăcământului stratiform.

Mărimile care permit să se formeze o imagine geometrică complectă asupra zăcământului stratiform şi a poziţiei sale în profunzime se numesc elementele de aşezare ale zăcământului.

Care sunt mărimile şi datele, cu ajutorul cărora se determină forma şi poziţia zăcământului în spaţiu?

Pentru a face studiul zăcământului, acesta este raportat la un sistem de coordonate rectangulare. Intrucât acoperişul şi culcuşul zăcământului stratiform sunt luate ca plane paralele, poziţia lor în spaţiu se poate determina ca poziţia unui plan oarecare.

Stratul are o grosime; deaceea, pentru determinarea elementelor de aşezare ale zăcământului trebue să se cunoască această grosime în diferite puncte ale stratului. Afară de aceasta, trebue să se cunoască poziţia stratului în raport cu suprafaţa pământului şi cu adâncimea aşezării stratului.

Poziţia stratului în spaţiu este reprezentată destul de sugestiv, prin două elemente caracteristice, cuprinse în planul stratului, şi anume direcţia şi înclinarea stratului, raportate la un punct al planului acoperişului sau culcuşului.

Deaceea, pentru caracterizarea poziţiei stratului se folosesc, cel mai des, următoarele mărimi:

1. unghiul de direcţie,
2. unghiul de înclinare,
3. grosimea stratului,
4. adâncimea la care se află stratul.

Scanned with CamScanner

Direcţia stratului se numeşte linia de intersecţie a planului orizontal cu planul culcuşului sau al acoperişului stratului. Direcţia acestei linii este definită de unghiul de direcţie α, care se măsoară în sensul acelor unui ceasornic, începând dela direcţia pozitivă a axei OX (sau meridian) şi până la linia de direcţie.

Azimutul de cădere a stratului se numeşte unghiul format de linia de cea mai mare pantă, conţinută în planul acoperişului sau al culcuşului stratului, linie care poate fi imaginată ca o dreaptă de intersecţie a acoperişului cu un plan vertical, dus perpendicular pe direcţia stratului faţă de direcţia pozitivă a axei OX. Sensul azimutului căderii stratului se ia spre căderea stratului. Deaceea, azimutul căderii va fi egal, totdeuna, cu $\alpha + 90^0$.

Unghiul de înclinare al stratului se numeşte unghiul cuprins între linia de pantă a lui şi planul orizontal. Se notează cu litera δ.

Grosimea stratului se numeşte distanţa pe normală între acoperişul şi culcuşul stratului. Grosimea stratului se notează cu m.

Adâncimea la care se întâlneşte stratul se numeşte distanţa măsurată pe verticală dela suprafaţa pământului până la acoperişul stratului, şi se însemnă cu H.

Linia, pe toată lungimea căreia H este egal cu zero (sau cu grosimea aluviunilor), se numeşte linia de afloriment a stratului (sau subaluviune).

§ 3. METODE PENTRU DETERMINAREA ELEMENTELOR DE AŞEZARE ALE STRATULUI (DIRECTIE ŞI INCLINARE)

Direcţia şi înclinarea stratului se determină prin diferite metode. In cazul când direcţia şi înclinarea zăcământului se prezintă în mod direct observatorului, ele se măsoară pe loc, cu ajutorul instrumentelor corespunzătoare. De cele mai multe ori, este greu sau imposibil să se determine direct pe teren. Deaceea se măsoară pe teren o serie de mărimi accesibile, cu care elementele căutate se găsesc într'o anumită dependenţă. După aceea, prin prelucrarea corespunzătoare a observaţiilor obţinute, se obţin valorile elementelor de zăcământ. Prelucrarea arătată a datelor obţinute se face cu formulele geometriei analitice (metoda analitică), sau grafic, adică cu ajutorul construcţiilor geometrice, la o anumită scară.

Metoda analitică este preferată, din cauza preciziei mai mare a rezultatelor obţinute şi, uneori, din cauza rapidităţii executării.

Totuşi, exactitatea datelor iniţiale şi precizia rezultatelor cerute în practică permit o largă folosire a metodei grafice, mai ales că prin această metodă se obţine imaginea în spaţiu a elementelor care trebue determinate, mai bine decât prin cea analitică.

Scanned with CamScanner

In metoda grafică de rezolvare a problemelor este foarte importantă alegerea justă a scării de construcţie (18). Trebue să se deosebească două cazuri ,şi anume:

1. datele iniţiale au o precizie care depăşeşte precizia necesară a rezultatelor;

2. datele iniţiale au o precizie care este inferioară preciziei cerute a rezultatelor.

In primul caz, scara construcţiei grafice trebue aleasă conform preciziei cerute.

In al doilea caz, scara construcţiei grafice trebue să corespundă preciziei datelor iniţiale.

Scara de construcţie M, având ca scop determinarea mărimii liniare, se găseşte din expresia:

$$M=\frac{a}{D}, \tag{2.1}$$

în care: a este eroarea liniară a construcţiilor grafice, în construcţiile obişnuite este luată, adeseori, de 0,3 mm;

D — precizia liniară necesară determinării mărimii căutate, dată în condiţiile problemei.

Se dau câteva exemple numerice pentru alegerea scării.

Exemplul I. Să se aleagă scara M a planşei, la care trebue să se raporteze mărimi liniare cu precizia până la 0,001, pentru lungimile minimale pe teren de 80 m.

In condiţiile date, precizia dorită de determinare, în mod grafic, va fi:

$$D=80\ \text{m}\times 0{,}001=0{,}080\ \text{m}=80\ \text{mm}.$$

Deaceea, $M=\frac{0{,}3}{80}=\frac{1}{266(6)}$, sau cea mai apropiată valoare standard $\frac{1}{250}$.

Exemplul II. Să se aleagă scara M a graficului pentru determinarea grosimii zăcământului, care trebue obţinută cu o precizie de 1 cm.

Prin urmare, $M=\frac{0{,}3}{10}=\frac{1}{33(3)}$, sau cea mai apropiată scară standard $\frac{1}{25}$.

Exemplul III. Să se aleagă scara de construcţie, care are scopul să determine coordonatele frontului de lucru al unei sonde, pentru o adâncime înclinată a acestei sonde de 90 m, cum şi precizia ridicării de 1/200. In condiţiile date: $D=90\ \text{m}\times\frac{1}{200}=0{,}45$ m şi $M=\frac{a}{D}=\frac{0{,}3}{450}=\frac{1}{1500}$.

In cele ce urmează se vor analiza elementele de aşezare a stratelor şi în primul rând determinarea direcţiei şi a înclinării.

Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

1. DETERMINAREA DIRECTĂ A DIRECŢIEI ŞI INCLINĂRII ZĂCĂMÂNTULUI

a) Determinarea unghiurilor de direcţie şi de înclinare ale zăcământului cu busola minieră

Unghiurile de direcţie şi de înclinare ale stratului pot fi determinate cu ajutorul busolei miniere.

Busola minieră (fig. 75) este o busolă obişnuită, fixată la o placă dreptunghiulară, ale cărei laturi lungi sunt paralele cu *NS* a busolei. Cercul gradat, în modelele actuale dă direct azimutul, iar notaţiile gradării cresc dela 0 până la 360°, în sens invers faţă de mişcarea acelor unui ceasornic. La acest aranjament al notaţiei, vârful Nord al acului arată azimutul magnetic al liniei, paralel cu latura lungă a plăcii, cu condiţia ca indexul *N* să fie situat, faţă de observator, pe linia direcţiei. La poziţia inversă a busolei miniere, azimutul magnetic al direcţiei va fi arătat de vârful sudic al acului. Adeseori, busolele miniere, de construcţie veche, au acul magnetic de formă rombică. Busola minieră se deosebeşte, în general, de busola obişnuită, prin faptul că are un dispozitiv pentru măsurarea unghiului de înclinare. Acest dispozitiv constă dintr'o placă fixată la un capăt la baza acului, care se roteşte liber în jurul axului său, şi din semicercul gradat de pe fundul cutiei busolei. Placa serveşte ca un fir cu plumb, cu ajutorul căruia se măsoară unghiurile de înclinare ale liniilor paralele cu latura lungă, a cutiei, în plan vertical.

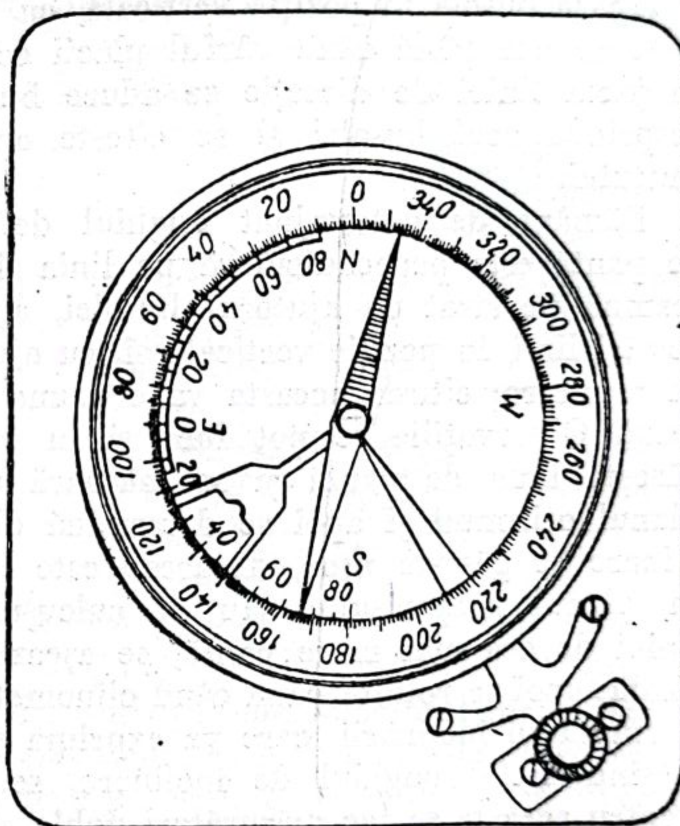


Fig. 75

Punctul 0 al semicercului gradat pe fundul cutiei corespunde poziţiei orizontale a laturii lungi a plăcii-busolă. Numerotarea este făcută în ambele sensuri dela 0 până la 90°. Busola minieră trebue

să fie verificată înainte de folosire. Se presupune că cititorului îi sunt cunoscute aceste verificări, din geologie sau din topografia minieră, şi deaceea se omite expunerea lor.

Pentru determinarea unghiurilor de direcţie şi de înclinare ale stratului, cu ajutorul busolei miniere, acoperişul sau culcuşul stratului trebue să fie desvelite pe o porţiune oarecare.

Desvelirea poate fi naturală sau artificială. Desvelirile naturale se întâlnesc în aflorimentele stratelor, iar cele artificiale, în şanţurile de explorare, în puţurile de explorare şi în lucrările miniere de pregătire şi de abataj. Măsurătoarea se face, deobicei, astfel: pe partea curăţită a acoperişului sau a culcuşului stratului se găseşte linia de direcţie, adică linia orizontală. Pentru determinarea direcţiei se aşează busola în poziţie verticală, cu latura lungă a plăcii pe strat şi se roteşte până când vârful plăcii coincide cu 0° al semicercului. In jurul liniei de direcţie se aduce busola în poziţie orizontală, se desprinde acul busolei şi se citeşte azimutul magnetic al direcţiei stratului.

Rămâne de determinat unghiul de înclinare al stratului. Linia de pantă este perpendiculară pe linia de direcţie şi, deaceea, se înseamnă pe strat cu ajutorul busolei, apoi se pune busola în lungul acestei linii, în poziţie verticală şi, cu ajutorul clinometrului, se citeşte pe semicerc; citirea aceasta va exprima unghiul de înclinare al stratului. Observaţiile se pot face şi în ordine inversă, adică întâi se găseşte linia de pantă şi se măsoară unghiul de înclinare faţă de planul orizontal şi apoi se determină direcţia stratului. Linia de înclinare se găseşte uşor, deoarece este linia de cea mai mare pantă în planul acoperişului sau al culcuşului stratului. Pentru găsirea liniei de cea mai mare pantă, se aşează întâi busola în poziţie verticală, apoi se roteşte până când clinometrul va arăta valoarea maximă a unghiului înclinării, care va exprima şi unghiul de înclinare căutat. Găsind astfel unghiul de înclinare, se determină direcţia stratului. Pentru aceasta se fac măsurători duble ale lui α şi δ. Pentru valoarea definitivă se ia media a două măsurători.

Precizia determinării direcţiei şi a înclinării stratului, cu ajutorul busolei miniere, este mică: la o măsurătoare minuţioasă şi, în condiţii favorabile, nu depăşeşte 2—2,5°. Măsurătoarea directă a unghiului α şi δ cu busola minieră se face pe toate părţile deschise ale strtaului, dacă nu există altă posibilitate de a obţine valorile acestor elemente, printr'un procedeu mai exact. In general, cu cât reţeaua de puncte, pentru care se cunosc direcţia şi înclinarea, este mai deasă ,cu atât datele obţinute asupra condiţiilor de aşezare a stratului sunt mai reale.

Cu busola minieră se măsoară azimutele magnetice ale direcţiilor şi ale înclinării, sau ale oricărei direcţii din planul stratului. Prin

folosirea planurilor topografice, întocmite în sistemul de axe carteziene, se trece dela azimutele magnetice măsurate, la azimuturile geografice. Această trecere poate fi uşor realizată prin corectarea azimutelor magnetice cu valorile de deviere a meridianului magnetic, în raport cu axa absciselor (declinaţia magnetică).

b) Determinarea înclinării şi a direcţiei cu ajutorul busolei suspendate şi al eclimetrului

Unghiurile de înclinare şi de direcţie ale stratului se măsoară cu mai multă precizie cu ajutorul busolei suspendate şi al eclimetrului suspendat. Cu busola suspendată se măsoară unghiul de direcţie al stratului, iar cu eclimetrul, înclinarea stratului.

Busola suspendată se compune dintr'o busolă obişnuită şi dintr'un dispozitiv de suspensie (fig. 76 *a*). La modelele vechi, cercul busolei

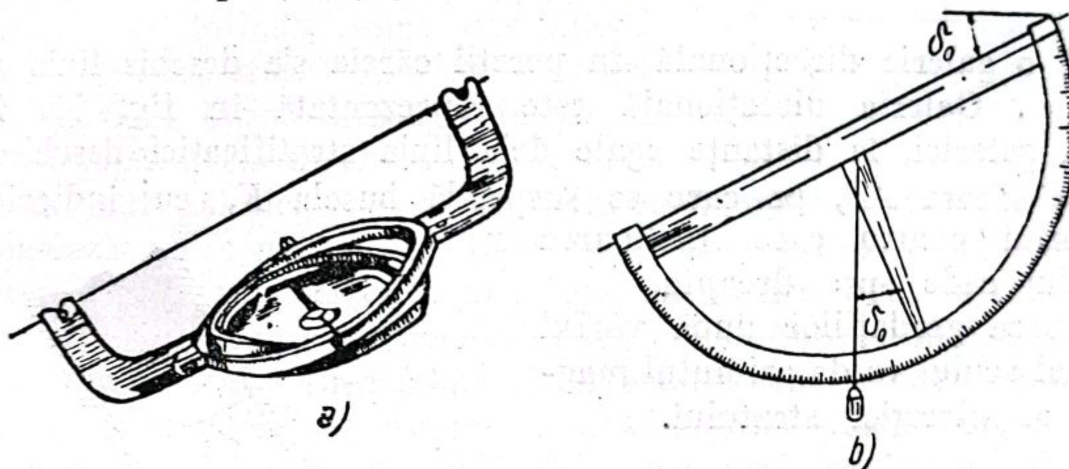


Fig. 76

era împărţit în ore, iar la modelele noi, în grade. Azimutul direcţiilor se măsoară cu ajutorul acului magnetic, ca şi la busola minieră. Dispozitivul de suspensie constă dintr'un inel, în care se mişcă liber busola pe ax. Există două cârlige, solidare cu inelul, de care se suspendă busola pe sfoară. Unghiul de înclinare al stratului sau al sensurilor determinate în el, se măsoară cu eclimetrul suspendat (fig. 76, *b*). Acesta este compus dintr'un semicerc uşor de aluminiu sau de aramă, prevăzut cu două cârlige, prinse de bara paralelă cu diametrul semicercului. Cu ajutorul acestor cârlige se suspendă eclimetrul de sfoară. Diviziunile semicercului încep dela 0⁰, la mijlocul semicercului, până la 90⁰, în ambele sensuri. De centrul semicercului este suspendat firul cu plumb, cu ajutorul căruia se citeşte unghiul de înclinare al stratului. Firul cu plumb indică 0⁰, când diametrul semicercului este orizontal. Inainte de folosire, busola suspendată şi eclimetrul suspendat trebue să fie verificate. Pe baza azimutelor magnetice, obţinute cu ajutorul busolei suspendate, se pot calcula şi

azimuturile geografice. Pentru scopurile arătate, cu aceeaşi busolă trebue să se determine mărimea de deviaţie a meridianului magnetic, în raport cu axa absciselor, declinaţia magnetică (prin măsurarea azimutului magnetic al unei linii oarecare, al cărei azimut geografic este cunoscut, după datele ridicărilor topografice miniere).

Metoda analizată, de determinare a unghiurilor α şi δ ale stratului, dă rezultate mai precise. Dimensiunile instrumentelor, suspendate pe sfoară, creează condiţii pentru o determinare mai precisă a valorilor unghiulare. Pentru a ilustra folosirea busolei suspendate şi a eclimetrului, la determinarea elementelor de aşezare a zăcământului se va analiza determinarea unghiurilor α şi δ, în deschiderile stratului prin lucrările miniere.

Lucrarea minieră este săpată în strat

Fie o galerie direcţională, în pereţii căreia s'a deschis linia stratificaţiei. Galeria direcţională este reprezentată în fig. 77. Dealungul galeriei, la distanţe egale dela linia stratificaţiei deschise, se întinde sfoara *AB*, pe care se suspendă busola *K*, cu indicele *N*, în sensul pentru care înclinarea stratului cade spre dreapta.

Citirea gradaţiilor după vârful Nord al acului va da azimutul magnetic al direcţiei stratului.

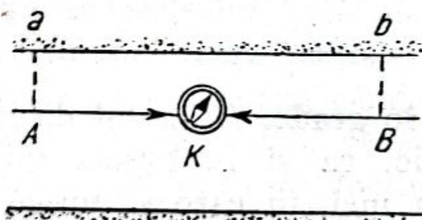


Fig. 77

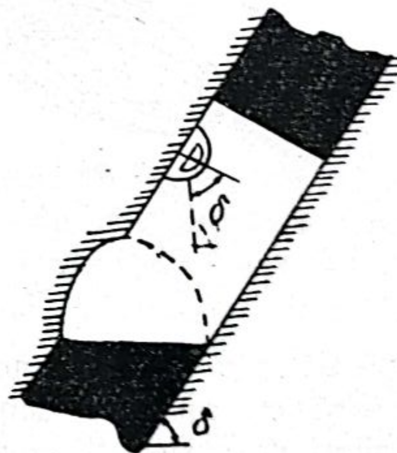


Fig. 78

Unghiul de înclinare δ al stratului, se determină în excavaţia stratului, în apropierea acelui loc al galeriei, în care s'a determinat α. Pentru aceasta (fig. 78), se aşează eclimetrul în poziţie verticală, cu cârligele dealungul planelor stratificaţiei rocelor acoperişului (planul eclimetrului este perpendicular pe suprafaţa acoperişului), şi este rotit până când firul cu plumb va arăta unghiul cel mai mare pe semicerc. Acesta va fi unghiul căutat al înclinării stratului δ. Locul în tavan, pentru determinarea unghiului δ, se alege acolo, unde roca acoperişului are suprafaţa cât mai dreaptă, astfel încât să poată fi considerată ca un plan paralel cu acoperişul stratului.

Scanned with CamScanner

In cazul unei transversale, în pereţii, tavanul şi vatra căreia se deschide stratul, după conturul *ABCD* (fig. 79), pentru determinarea unghiului α se întinde sfoara între deschiderile laterale ale straтelor *AB* şi *CD*. Cu ajutorul eclimetrului suspendat, se aduce firul în poziţia orizontală. Firul ajunge în planul acoperişului (sau al culcuşului) stratului şi este orizontal, deci, fixează direcţia stratului.

Rămâne să se suspende pe fir busola cu vârful *N* în sensul direcţiei şi să se citească azimutul magnetic, după vârful de Nord al acului. Prin citirea aceasta se află unghiul căutat al direcţiei α.

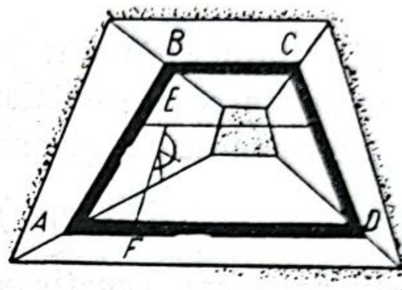


Fig. 79

Pentru determinarea unghiului δ al stratului, se întinde, între deschiderile laterale, o altă sfoară *EF*, cu un capăt fixat la firul întins orizontal în *E*, iar celălalt capăt *F*, la deschiderea din vatra sau tavanul galeriei. Se agaţă eclimetrul pe această sfoară şi se deplasează un capăt al ei, până se obţine citirea cea mai mare. Citirea va exprima mărimea unghiului de înclinare δ, la deschiderea dată. In mod analog se determină α şi δ şi în alte lucrări miniere. Cu ajutorul busolei suspendate şi al eclimetrului se determină, deasemenea, elementele de aşezare a zăcământului deschis după direcţii arbitrare şi apoi, pe baza lor, prin construcţii grafice şi calcule, se determină direcţia şi înclinarea stratului.

2. FORMELE DE PREZENTARE A ZĂCĂMÂNTULUI

Analizând formele plane de zăcământ, acoperişul sau culcuşul zăcământului pot fi considerate plane şi, în funcţie de aceasta, se poate răspunde la problemă. Cum se ştie, un plan poate fi dat în trei feluri: 1. prin trei puncte; 2. prin două puncte şi o direcţie care trece prin unul dintre puncte; 3. printr'un punct şi două direcţii, care trec prin acest punct.

Cercetând diferite cazuri de deschidere a zăcămintelor în lucrările miniere, cum şi determinarea direcţiei şi a înclinării, după datele din lucrările de desvelire, rezultă că α şi δ se determină, în mod practic, fie după coordonatele a trei puncte (de exemplu după trei sondaje), fie după coordonatele unui punct şi după elementele de înclinare şi de direcţie ale stratului, obţinute din două desveliri, raportate la acest punct.

Scanned with CamScanner

Astfel, poziţia planului zăcământului poate fi exprimată analitic în două moduri. Se dau expresiile analitice (ecuaţiile) pentru planul zăcământului (stratului) în diferite cazuri, pentru ca să se obţină grupul de formule necesar determinării direcţiei şi înclinării stratului pe cale analitică, alături de rezolvarea lor pe cale grafică.

a) Ecuaţia planului (acoperiş, culcuş) zăcământului dat prin coordonatele a trei puncte

Fie stratul străbătut de trei sonde 1, 2 şi 3. Coordonatele punctelor de străpungere a sondelor, fie cu acoperişul, fie cu culcuşul stratului, sunt cunoscute, şi anume:

$$1\,(x_1 y_1 z_1); \quad 2\,(x_2 y_2 z_2); \quad 3\,(x_3 y_3 z_3).$$

In acest caz, ecuaţia stratului se va prezenta sub formă de determinant (23)

$$\begin{vmatrix} x & y & z & 1 \\ x_1 & y_1 & z_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & z_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & z_3 & 1 \end{vmatrix} = 0.$$

Descompunerea determinantului după determinanţi minori dă:

$$Mx+Ny+Pz+Q=0,$$

în care

$$M=y_1\,(z_2-z_3)-z_1\,(y_2-y_3)+(y_2z_3-z_2y_3),$$
$$N=-[x_1\,(z_2-z_3)-z_1\,(x_2-x_3)+(x_2z_3-z_2x_3)],$$
$$P=x_1\,(y_2-y_3)-y_1\,(x_2-x_3)+(x_2y_3-y_2x_3),$$
$$Q=-[x_1\,(y_2z_3-z_2y_3)-y_1\,(x_2z_3-z_2x_3)+z_1\,(x_2y_3-y_2x_3)].$$

Ecuaţia suprafeţei se simplifică în cazul când se ia originea coordonatelor în unul dintre punctele date, de exemplu în: 1 $(x_1 y_1 z_1)$; atunci, $x_1=0$; $y_1=0$; $z_1=0$. Deci, ecuaţia va lua forma:

$$Mx+Ny+Pz=0, \tag{2.1}$$

în care

$$\left.\begin{aligned} M&=+(y_2z_3-z_2y_3) \\ N&=-(x_2z_3-z_2x_3) \\ P&=+(x_2y_3-y_2x_3) \end{aligned}\right\}. \tag{2.2}$$

Dacă $(x_1 y_1 z_1)$ sunt coordonatele punctului *1*, care nu sunt, în acelaşi timp, egale cu 0, pentru a stabili originea coordonatelor în

punctul *1*, se scad, corespunzător, din coordonatele tuturor celor trei puncte, coordonatele punctului *1*.

Ca rezultat, se vor obţine coordonatele noi ale punctelor, în raport cu originea în punctul *1*, şi anume:

$$x_2'=x_2-x_1 \qquad x_3'=x_3-x_1$$
$$y_2'=y_2-y_1 \qquad y_3'=y_3-y_1$$
$$z_2'=z_2-z_1 \qquad z_3'=z_3-z_1.$$

Prin urmare, în acest caz, ecuaţia suprafeţei zăcământului se va scrie astfel:

$$M'x+N'y+P'z=0,$$

în care

$$M'=+(y_2'z_3'-z_2'y_3');$$
$$N'=-(x_2'z_3'-z_2'x_3');$$
$$P'=+(x_2'y_3'-y_2'x_3').$$

b) Ecuaţia planului zăcământului, dat prin coordonatele unui punct şi prin două direcţii

Fie stratul deschis cu o lucrare minieră verticală, cu secţiune dreptunghiulară. Pentru determinarea unghiurilor α şi δ sunt suficiente două deschideri în perţii vecini ai lucrării miniere. Deschiderile se vor intersecta în colţul lucrării. Fie acest punct dat al zăcământului, care are coordonatele $(x_1y_1z_1)$, iar $(\alpha_1\delta_1)$ şi $(\alpha_2\delta_2)$, unghiurile de direcţie şi de înclinare ale deschiderilor.

Considerând deschiderile date ca drepte care trec prin originea coordonatelor, se vor scrie, pentru aceste drepte, ecuaţii cunoscute din geometria analitică:

$$\left.\begin{aligned}\frac{x}{\cos\delta_1\cos\alpha_1}=\frac{y}{\cos\delta_1\sin\alpha_1}=\frac{z}{-\sin\delta_1}\\ \frac{x}{\cos\delta_2\cos\alpha_2}=\frac{y}{\cos\delta_2\sin\alpha_2}=\frac{z}{-\sin\delta_2}\end{aligned}\right\}. \qquad (2.3)$$

Ecuaţia planului, în cazul general:

$$Ax+By+Cz+D=0,$$

însă, deoarece acest zăcământ (plan) trece prin punctul $(x_1y_1z_1)$, el va trebui să satisfacă, în acelaşi timp, şi ecuaţia:

$$Ax_1+By_1+Cz_1+D=0. \qquad (a)$$

Normala la plan este perpendiculară pe dreptele (2.3), conţinute în acest plan. Rezultă că planul trebue să satisfacă şi această condiţie de perpendicularitate, care se exprimă prin ecuaţiile:

$$A\cos\delta_1\cos\alpha_1+B\cos\delta_1\sin\alpha_1-C\sin\delta_1=0;$$
$$A\cos\delta_2\cos\alpha_2+B\cos\delta_2\sin\alpha_2-C\sin\delta_2=0.$$

Se ia originea coordonatelor în punctul $(x_1y_1z_1)$; în acest caz, conform ecuaţiei (a), $D=0$.

Luând ecuaţiile satisfăcute de planul dat şi eliminând coeficienţii A, B, C şi D, se vor scrie ecuaţiile planului sub forma de determinant:

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ \cos\delta_1\cos\alpha_1 & \cos\delta_1\sin\alpha_1 & -\sin\delta_1 \\ \cos\delta_2\cos\alpha_2 & \cos\delta_2\sin\alpha_2 & -\sin\delta_2 \end{vmatrix}=0.$$

Se descompune determinantul după determinanţii minori şi se obţine:

$$Mx+Ny+Pz=0, \tag{2.4}$$

în care

$$\left.\begin{aligned} M&=\cos\delta_2\sin\alpha_2\sin\delta_1-\cos\delta_1\sin\alpha_1\sin\delta_2\\ N&=-(\cos\delta_2\cos\alpha_2\sin\delta_1-\cos\delta_1\cos\alpha_1\sin\delta_2)\\ P&=\cos\delta_1\cos\alpha_1\cos\delta_2\sin\alpha_2-\cos\delta_2\cos\alpha_2\cos\delta_1\sin\alpha_1 \end{aligned}\right\}. \tag{2.5}$$

Planul va satisface ecuaţia (2.4) şi în cazul când se roteşte tot sistemul de coordonate în jurul axei z, până când $\alpha_1=0$. La lucrările miniere verticale, cu secţiunea dreptunghiulară, $\alpha_2=90^0$; în acest caz, expresiile pentru M, N, P se vor simplifica şi se va obţine forma:

$$\begin{aligned} M&=\cos\delta_2\sin\delta_1,\\ N&=\cos\delta_1\sin\delta_2,\\ P&=\cos\delta_1\cos\delta_2. \end{aligned} \tag{2.6}$$

c) Ecuaţia normală a planului (culcuş, acoperiş) zăcământului

In geometria analitică, ecuaţia planului se numeşte normală, dacă în ea intră direcţia, înclinarea şi coordonatele unui punct al planului. Se ia acest punct ca origine a axelor de coordonate. Direcţia se determină cu azimutul egal cu unghiul α şi cu unghiul de înclinare egal cu 0^0, iar linia de pantă se determină cu azimutul căderii egal cu $\alpha+90^0$ şi cu unghiul de înclinare egal cu δ.

Scanned with CamScanner

Se scrie ecuaţia planului care trece prin originea axelor de coordonate, sub forma generală:

$$Ax+By+Cz=0. \tag{a}$$

Planul acoperişului (sau al culcuşului) zăcământului trece prin dreptele de direcţie şi de înclinare dată. Această condiţie se va exprima prin ecuaţiile:

$$A\cos 0^\circ \cos\alpha + B\cos 0^\circ \sin\alpha + C\sin 0^\circ = 0;$$
$$A\cos\delta\cos(90^\circ+\alpha) + B\cos\delta\sin(90^\circ+\alpha) - C\sin\delta = 0$$

sau

$$\left.\begin{array}{r} A\cos\alpha + B\sin\alpha + 0 = 0 \\ -A\cos\delta\sin\alpha + B\cos\delta\cos\alpha - C\sin\delta = 0 \end{array}\right\}. \tag{b}$$

Se elimină din ecuaţiile (a) şi (b) coeficienţii A, B, C şi se scrie ecuaţia planului sub formă de determinant[1]:

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ \cos\alpha & \sin\alpha & 0 \\ -\cos\delta\sin\alpha & \cos\delta\cos\alpha & -\sin\delta \end{vmatrix} = 0.$$

Desvoltându-l, se obţine:

$$-x\sin\alpha\sin\delta + y\cos\alpha\sin\delta + z\cos\delta = 0 \tag{c}$$

şi împărţindu-l pe (c) la $\cos\delta$, se obţine:

$$-x\sin\alpha \operatorname{tg}\delta + y\cos\alpha \operatorname{tg}\delta + z = 0. \tag{2.7}$$

Aceasta este ecuaţia normală a planului zăcământului sau, cum se mai numeşte, uneori, ecuaţia normală a planului. Pentru simplificare, se introduce notaţia:

$$\left.\begin{array}{l} M = -\sin\alpha \operatorname{tg}\delta \\ N = \cos\alpha \operatorname{tg}\delta \end{array}\right\} \tag{2.8}$$

iar ecuaţia normală va lua forma

$$Mx + Ny + z = 0. \tag{2.9}$$

---

[1] Pentru simplificarea deducţiei formulei, al doilea şi al treilea caz analizat se pot asimila cu primul. Pentru aceasta, pe direcţiile date (sau pe liniile direcţiilor şi ale înclinărilor, în al treilea caz) trebue luat încă câte un punct, la o distanţă egală cu unitatea, faţă de primul. Exprimând coordonatele acestor puncte prin elementele de aşezare ale direcţiilor, se poate forma determinantul şi se poate obţine pentru M, N şi P expresiile asemănătoare cu (2.5) şi (2.8).

Scanned with CamScanner

3. DETERMINAREA COORDONATELOR PUNCTULUI DE INTERSECŢIE AL SONDELOR CU STRATUL

Pentru rezolvarea unei serii de probleme, cum şi pentru determinarea unghiurilor α şi δ ale stratului, se cere să se determine coordonatele punctelor de intersecţie ale sondelor cu stratul.

Cazul cel mai simplu este acela, în care sondele sunt verticale. In acest caz, coordonatele (x,y) punctelor de întâlnire a sondelor cu stratul (acoperiş sau culcuş) sunt aceleaşi ca şi coordonatele dela

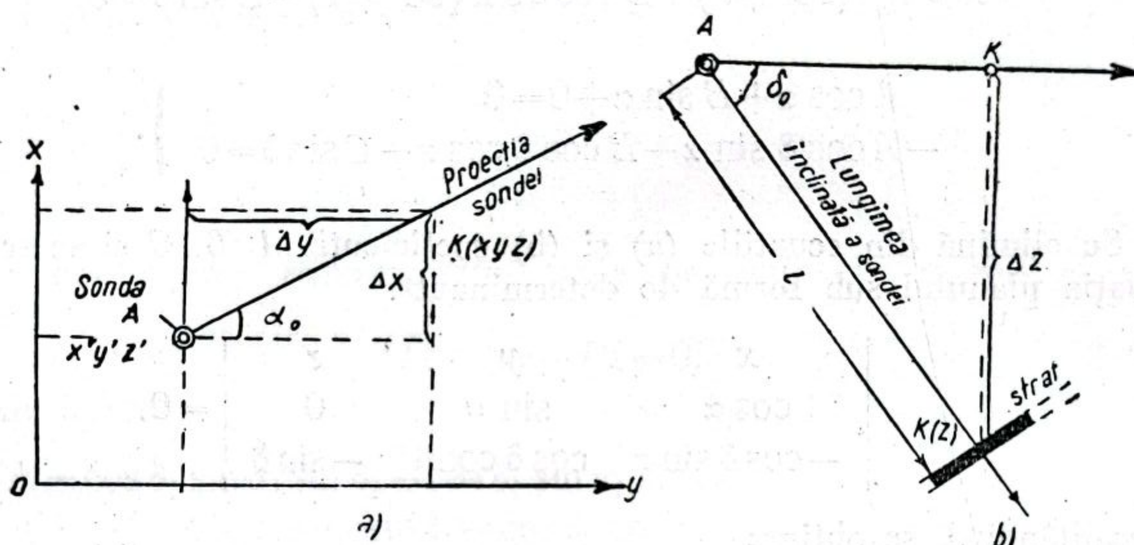


Fig. 80

gura acestor sonde, iar coordonata z va fi egală cu z la gura sondei, minus adâncimea sondei până la latura corespunzătoare a stratului.

Cazul sondelor înclinate. In acest caz, coordonatele (x,y) punctelor de intersecţie ale sondelor cu stratul vor diferi de coordonatele dela gura sondelor. Fie A (x',y',z') coordonatele dela gura sondei; α_0 şi δ_0 — direcţia şi înclinarea ei şi l — lungimea pe înclinare a sondei (dela gură până la latura respectivă a stratului).

Se cere să se determine coordonatele (x,y,z) punctului de intersecţie al sondei cu acoperişul (sau culcuşul) stratului.

Se reportează în desen gura sondei A prin coordonatele sale, şi cu unghiul de direcţie α_0 se construeşte proiecţia axei sondei (fig. 80, *a*). Pe această direcţie se va găsi punctul de intersecţie al sondei cu acoperişul (sau culcuşul) stratului. Pentru găsirea punctului se construeşte secţiunea verticală a sondei, după unghiul de înclinare δ_0, (fig. 80, *b*). Se ia pe secţiune, din punctul A, pe axa sondei, lungimea ei pe înclinare l, şi se obţine astfel punctul căutat, K, de intersecţie a sondei cu acoperişul (sau culcuşul) stratului. Cota z a acestui punct este egală cu cota z' dela gura sondei, minus mărimea proiecţiei

verticale Kk a sondei. Astfel, $z = z' - Kk = z' - \Delta z$, unde Δz se ia grafic de pe secţiune, sau se calculează din expresia

$$\Delta z = l \sin \delta_0. \tag{2.10}$$

Coordonatele orizontale ale punctului K se pot obţine uşor, grafic sau prin calcul. Pentru determinarea grafică a coordonatelor punctului K, se ia segmentul Ak, obţinut pe secţiune, şi se aşează pe proiecţia orizontală a sondei (fig. 80, *a*) dela gura ei A. Punctul K va fi punctul căutat, ale cărui coordonate (x,y) se determină uşor din planşă, sau prin relaţiile

$$\left.\begin{aligned} x &= x' + \Delta x \\ y &= y' + \Delta y. \end{aligned}\right\} \tag{2.11}$$

Calculul coordonatelor relative orizontale $(\Delta x, \Delta y)$ se face cu formulele

$$\begin{aligned} \Delta x &= l \cos \delta_0 \cos \alpha_0, \\ \Delta y &= l \cos \delta_0 \sin \alpha_0. \end{aligned} \tag{2.12}$$

Inainte de a trece la determinarea înclinării şi a direcţiei zăcământului după sondele deviate, se vor expune pe scurt noţiunile generale despre ridicarea lor stratimetrică.

4. DEVIAŢIA ŞI RIDICAREA SONDELOR

a) Observaţii generale

Deviaţia găurilor de sondă dela direcţia dată este un fenomen obişnuit, care apare la toate metodele de foraj. Deviaţia cea mai mare se observă la forarea sondelor înclinate, de adâncime mare.

Deviaţia sondelor complică procesul forajului, îngreunează rotirea instrumentului de foraj, deranjează regimul normal de lucru, măreşte uzura uneltelor de foraj şi complică prelucrarea şi interpretarea datelor de explorare. La deviaţii mari, se întâmplă uneori să se părăsească sonda, sau să se facă lucrări suplimentare de corectare a ei.

Mărimea deviaţiei sondei depinde de metoda de foraj şi de o serie de alţi factori. Din practică se constată că deviaţia cea mai mică se obţine la metoda de turboforaj a lui Kapeliuşnikov şi la forajul rotativ, apoi la forajul cu diamante, iar cea mai mare deviaţie se obţine la metoda forajului cu alice. La forarea sondelor verticale se aplică, pe lângă forajul rotativ, şi cel percutant. Prin folosirea uneltelor cu cădere liberă, se realizează sondele cele mai apropiate de verticală.

Scanned with CamScanner

La metodele de foraj rotativ, verticalitatea sondei depinde de modul de reglare a presiunii coroanei pe talpa sondei. Sondele cu diametrul mic, mai ales cele înclinate, deviază mai mult, şi deviaţia începe chiar dela adâncimi mici.

De exemplu, la forajul înclinat, cu alice, executat cu sondeza KAM pentru prăjini cu un diametru de 40 mm se observă destul de des deviaţii de 1^0, pentru fiecare porţiune de 10 m adâncime. La folosirea prăjinilor de 50 mm, deviaţia se micşorează aproape la jumătate.

La explorarea substanţei minerale utile prin foraj, în cazul deviaţiei mari şi al lipsei datelor despre această deviere se pot face erori mari în concluziile geologice, în ce priveşte prezentarea zăcământului şi metodele posibile de exploatare a lui. Fie un zăcământ oarecare *B*, care aflorează şi se explorează la adâncimea *A* printr'o sondă înclinată, dată sub un unghi δ_0, faţă de orizont (fig. 81).

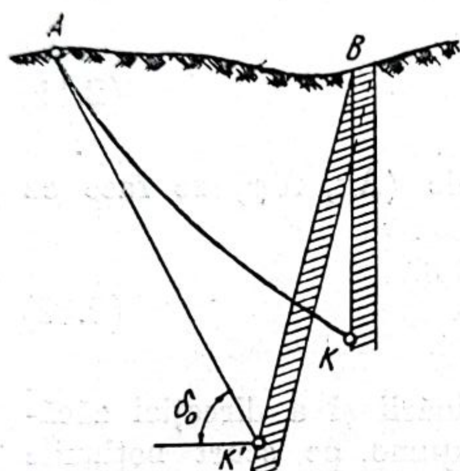


Fig. 81

La una şi aceeaşi lungime a sondei $AK' = AK$, imaginile despre dimensiunile şi poziţia zăcământului vor fi diferite şi vor depinde de luarea în consideraţie a deviaţiei sondei, sau de nesocotirea ei. Dacă nu se ţine seamă de deviaţie, cum rezultă din figura arătată, sonda *A* (lungimea ei *AK'*) fixează poziţia înclinată a zăcământului şi dimensiunea mare a lui. Ţinând seamă de deviaţie, dimensiunea părţii explorate a zăcământului se micşorează, şi poziţia zăcământului *B* se fixează pe verticală.

Astfel, necesitatea măsurării deviaţiilor sondei, cu ajutorul ridicărilor, este evidentă.

Cauzele deviaţiei sondelor sunt multiple însă de fapt, se pot reduce la următoarele două grupe: geologice şi mecanice. Cauzele geologice de deviaţie a sondelor se datoresc faptului că forajul se face într'un mediu neomogen (stratificaţia diferită a rocelor traversate prin sondă, schimbarea lor, densitatea şi starea diferită a rocelor, condiţii hidrologice variabile, etc.).

Dacă forajul se face cu ajutorul prăjinilor înşurubate, cauza mecanică principală de deviaţie se datoreşte instabilităţii rectilinii a coloanei. Schimbarea formei coloanei depinde de aplicarea presiunii sau a momentului de torsiune la capătul superior al coloanei, sau de amplasarea forţelor de reacţie la capătul ei de jos, capătul de forare. In aceleaşi condiţii, instabilitatea rectilinie a coloanei este cu atât mai mare, cu cât aceasta este mai lungă şi cu cât diametrul prăjinilor este mai mic. Greutatea proprie a coloanei este atât de mare, încât

coloana rezemată de talpa sondei se curbează chiar fără suprasarcină. Rotirea coloanei de foraj mărește instabilitatea ei, care crește odată cu viteza unghiulară.

Mărirea sarcinii care se exercită asupra uneltei de foraj, în scopul măririi vitezei de forare a sondei, mărește, deasemenea, instabilitatea formei coloanei. Din această cauză, suprasarcina trebue să fie optimă, deoarece numai în aceste condiții, stabilite practic, se obțin rezultatele cele mai bune ale forajului. In special, trebue reglată cu multă pricepere sarcina care se exercită asupra uneltei de foraj, în locurile unde se trece dela o rocă la alta (la contact).

b) Noțiuni sumare asupra ridicării stratimetrice a sondelor

Din cele expuse mai sus rezultă, în mod evident, necesitatea măsurării deviației sondelor, pentru care se face ridicarea specială a lor, numită ridicare stratimetrică. Metodele de ridicare a sondelor, aparatura folosită, metodele de prelucrare a materialului cules, determinarea elementelor de așezare a stratelor după carote, sunt descrise amănunțit în manualele de stratimetrie. Cunoștințele generale sunt expuse aici, în legătură cu folosirea rezultatelor ridicării stratimetrice, în rezolvarea problemelor de geometrie minieră. La ridicarea sondelor, trebue determinate următoarele mărimi (48):

a) unghiul de deviație al sondei dela verticala locului, numit unghiul zenital θ și

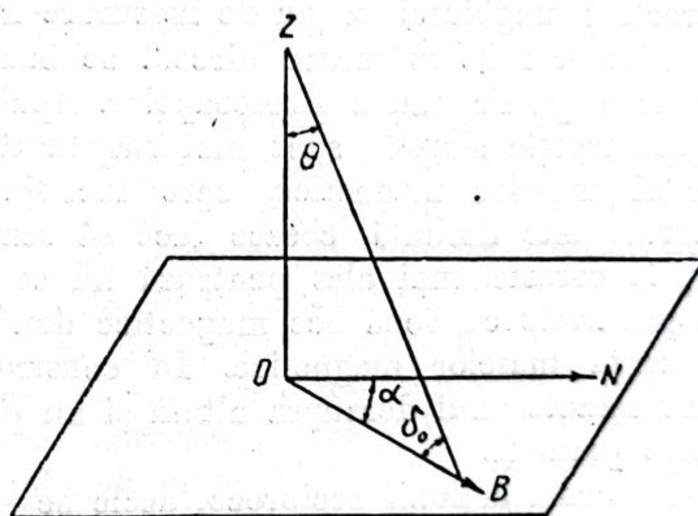


Fig. 82

b) unghiul orizontal α, numit azimutul (fig. 82), care caracterizează direcția sondei, față de o orientare oarecare (*ON*). Orientarea (*ON*) poate fi direcția meridianului magnetic sau o orientare convențională. Citirea unghiului α se face dela direcția *ON*, în sensul acelor unui ceasornic.

Dacă sonda de foraj este amplasată înclinat, pentru măsurarea azimutelor este mai ușor să se folosească planul vertical, care conține direcția dată a sondei. Acest plan vertical se numește plan inițial, iar urma sa pe planul orizontal se numește direcție inițială. Azimutul

oricărei porțiuni a sondei se determină ca fiind unghiul orizontal dintre direcția inițială și axa sondei, corectat în raport cu direcția *ON*.

Ridicarea sondei de foraj are ca scop determinarea unghiurilor θ și α într'o serie de puncte ale ei. In multe cazuri, se limitează la măsurarea unei singure mărimi θ, întrucât această operație, în ce privește partea aparatajului și a organizării lucrului, este mai ușoară decât determinarea unghiului α. Totuși, desfășurarea lucrărilor de foraj și folosirea datelor rezultate din forare, necesită determinarea ambelor mărimi.

La baza diferitelor sisteme de clinometre, cu ajutorul cărora se determină unghiul zenital θ, stau două principii: a) principiul orizontalității suprafeței lichidelor și b) principiul firului cu plumb.

La ridicarea sondelor (determinarea $\measuredangle\theta$) cu diametrul mic, din cauza spațiului limitat, se folosesc aparate bazate pe primul principiu, iar pentru determinarea $\measuredangle\theta$ la sondele cu diametrul mare, se folosesc aparate bazate pe al doilea principiu. Se va arăta că aparatele care servesc la determinarea unghiului θ pot servi, cu ajutorul anumitor metode, și la determinarea azimutului α al sondei.

La determinarea unghiului α se folosesc metode de măsurare directă a unghiului α sau de măsurare indirectă.

Metodele de măsurare directă se bazează pe folosirea aparatelor cu ac magnetic, sau a giroscoapelor. Aparatele cu ac magnetic, având o construcție simplă, sunt mai răspândite. Adeseori, din cauza prezenței maselor magnetice, care înconjură sonda, folosirea acestor aparate este limitată, ceeace face să scadă încrederea față de indicațiile corecte, mai ales pentrucă nu se poate controla justețea lor. Dispozitivele cu două ace magnetice dau posibilitatea să se aprecieze prezența maselor magnetice. In construcția acestor aparate, acele sunt așezate unul deasupra altuia și au posibilitatea de a se mișca în plane paralele.

In urma acțiunii reciproce, acele se situează într'un câmp neutru magnetic, unul față de altul, sub un unghi oarecare. Este destul să se introducă în acest câmp o masă magnetică străină, pentru ca unghiul dintre ace să se schimbe și să se poată obține un grad de sensibilitate al acestui dispozitiv, destul de mare. Aceste aparate, cu dispozitivele arătate, nu pot fi folosite, însă, totdeauna, întrucât nu este destul să se constate prezența masei magnetice, care deviază acul magnetic, ci trebue să se aprecieze influența masei magnetice, sau să se elimine această influență. Prima este greu de executat, iar a doua este imposibilă, în condițiile ridicării sondelor, cu aparate cu ac magnetic.

Instrumentele giroscopice au atins o mare perfecțiune. Cu ajutorul lor, ridicarea sondelor se face destul de repede și precis. Aceste instrumente sunt însă destul de constisitoare și au o construcție com-

plicată; la ridicarea sondelor cu diametrul mic (mai mic decât 5—6") ele nu pot fi folosite.

Precizia indicațiilor giroscopului este asigurată de turația lui mare (până la zeci de mii de rot/min). Micșorarea diametrului giroscopului impune mărirea turației, ceeace implică greutăți tehnice. Sistemele giroscopice, aplicate la ridicarea sondelor, în ce privește mărimea diametrului, sunt apropiate de limita posibilă.

Din cele expuse rezultă că niciuna dintre metodele determinării directe a unghiului α nu poate fi considerată universală, adică corespunzătoare pentru ridicarea găurilor de sondă de orice diametru și care trec prin roce diferite.

Dacă pentru sondele cu diametrul mare, metodele giroscopice permit o soluționare satisfăcătoare a problemelor, pentru sondele cu diametrul mic, aparatele cu ac magnetic se pot folosi numai în anumite cazuri.

La ridicarea sondelor cu diametrul mic, cu care se fac deobicei explorările la zăcămintele de substanțe minerale utile solide, se aplică, cu prioritate, metodele indirecte pentru determinarea azimutului α al sondei.

Una dintre ele este metoda orientării stratimetrice dela suprafață. Principiul metodei este următorul:

Pe coloana de prăjini care se introduce în sondele de foraj se trasează o generatoare, a cărei poziție justă este asigurată prin folosirea dispozitivelor speciale, care garantează imobilitatea reciprocă a prăjinilor, prin care sunt introduse în sondă aparate stratimetrice. La capătul inferior al coloanei de prăjini se fixează un aparat, care determină înclinarea sondei față de orizont (sau unghiul zenital θ). Semnul făcut pe generatoarea coloanei, care iese din gura sondei, dă orientarea față de o direcție oarecare, fixată. In cazul aplicării aparatului construit pe principiul de orizontalitate a suprafeței lichidelor, meniscul lichidului pe peretele vasului va avea forma de elipsă. Axa mare a acestei elipse, care unește cotele maxime și cotele minime ale nivelului lichidului (calculând dela fundul vasului), fixează direcția axei sondei (direcție apsidală) în punctul unde se află aparatul.

Rezultă că α va fi determinat numeric de unghiul orizontal, cuprins între direcția de orientare și axa reper.

Din observațiile făcute în punctele unde sondele întâlnesc lucrările miniere subterane, rezultă că această metodă dă rezultate satisfăcătoare și se poate aplica cu succes, atât la ridicarea sondelor verticale, cât și la cele înclinate.

A doua metodă indirectă pentru determinarea unghiului α este metoda marșurilor succesive. Această metodă se aplică numai la ridicarea sondelor înclinate; pentru execuție sunt necesare două aparate, de aceeași construcție, care înregistrează înclinarea sondelor,

legate între ele printr'o prăjină complexă cu lungimea de 10—30 m. Ambele aparate se fixează la prăjină și trebue orientate riguros între ele, adică trebue orientate după generatoarea însemnată pe partea exterioară a prăjinii complexe. Aparatele introduse în sondă trebue să fie în contact cu pereții sondei.

Ordinea de lucru cu aparatura indicată constă în următoarele: se lasă întâi dispozitivul în sondă, astfel încât aparatul superior să fie la gura sondei și să se poată determina azimutul generatoarei însemnate pe suprafața cilindrului aparatului superior. Dacă indicațiile aparatelor sunt aceleași, înseamnă că pe porțiunea sondei pe care se aflau aparatele, înclinarea și direcția sondei au rămas neschimbate.

Indicațiile diferite ale aparatelor vor arăta că, pe porțiunea măsurată a sondei, azimutul s'a schimbat. In general, la o legătură rigidă a aparatului, care se găsește la o adâncime oarecare a sondei, față de suprafața terenului, azimutul α al generatoarei acestui aparat poate fi determinat prin metoda prăjinilor orientate.

Mersul ulterior al lucrului, după metoda marșurilor succesive, decurge astfel: sistemul de aparate se lasă la o adâncime egală cu distanța dintre aparate, până când aparatul superior va ocupa poziția celui de jos, la prima determinare. Dacă nu s'a produs nicio rotire în timpul coborîrii sistemului, aparatul superior va da aceleași indicații ca și aparatul inferior dela prima determinare. In cazul când s'a produs o torsiune, unghiul se determină ușor și se elimină la prelucrarea rezultatelor observației. Apoi se determină rezultatele observației aparatului inferior. După aceasta, se lasă din nou sistemul de aparate cu un marș, adică cu lungimea dintre aparate, și se continuă astfel, până când va fi atinsă adâncimea cerută sau talpa sondei. Ridicarea după metoda marșurilor succesive este identică cu o drumuire suspendată.

Determinarea azimutului sondei cu această metodă este mai puțin precisă decât determinarea cu metoda prăjinilor orientate, din cauza însumării erorilor în diferite puncte ale sondei.

La ridicarea sondelor cu adâncimea mare și cu diametrul mic, combinarea metodei prăjinelor orientate cu metoda marșurilor succesive este folositoare, deoarece dă posibilitatea măsurării sondei cu o coloană mai mică decât adâncimea sondei. In consecință, pentru ridicarea sondelor cu diametrul mic se folosește de preferință, metoda determinării indirecte a devierilor sondei și cu aparate bazate pe principiul orizontalității nivelului de lichid. Dintre acestea, cea mai mare răspândire au obținut dispozitivul cu acid fluorhidric și aparatul HKA.

Pentru ilustrarea aparaturii folosite, se va da, pe scurt, și, în general, caracteristica lor.

Pentru determinarea numai a mărimii ∢θ, de cele mai multe ori se folosesc aparatele cu acid fluorhidric. Acest aparat este cel mai vechi, însă, în acelaşi timp, neîntrecut în ce priveşte simplicitatea construcţiei. Fixarea nivelului lichidului în acest aparat se realizează prin acţiunea chimică a acidului asupra pereţilor vasului. Timpul de fixare se determină prin gradul de tărie al soluţiei. Adeseori se întrebuinţează o soluţie de 20% acid. La această concentraţie, fixarea variază dela 30 de minute până la o oră. Diametrul tuburilor de sticlă variază dela 14 până la 24 mm. Urma nivelului lichidului, cu linia de pe peretele exterior al tubului, dă mărimea unghiului de înclinare al tronsonului sondei (sau unghiul zenital θ). Când se foloseşte aparatul cu acid fluorhidric, sau alte aparate asemănătoare, trebue să se ţină seamă de capilaritatea lichidelor. Din cauza capilarităţii, suprafaţa lichidelor în vase nu este plană, ci concavă sau convexă, după cum lichidul udă sau nu pereţii vasului. Această concavitate sau convexitate mai depinde şi de mărimea diametrului vasului; ea este cu atât mai mare, cu cât diametrul este mai mic. La poziţia înclinată a tubului, lichidul care udă pereţii vasului se va ridica în locul unde lichidul întâlneşte pereţii vasului sub un unghi ascuţit, mai mult decât în partea unde lichidul întâlneşte pereţii vasului, sub un unghi obtuz (fig. 83). Din această cauză, linia de intersecţie a suprafeţei lichidului cu pereţii tubului (sau urma coroziunii pe sticlă), în poziţia înclinată ,nu este conţinută în planul orizontal *AB*, ci într'o altă suprafaţă oarecare *BC*, situată sub un unghi *E*, faţă de planul orizontal. Cum rezultă din fig. 83, unghiul de înclinare δ_0 şi unghiul zenital θ al cilindrului se vor obţine din expresiile:

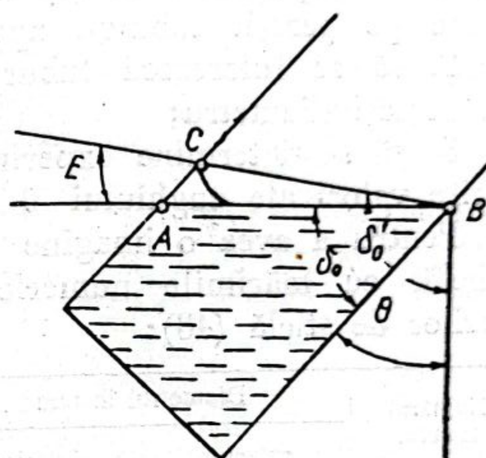


Fig. 83

$$\left.\begin{aligned}\delta_0 &= \delta'_0 - E\\ \theta &= 90° - \delta_0\end{aligned}\right\}, \qquad (2.12')$$

în care δ'_0 este măsurat pe urma coroziunii sticlei şi reprezintă unghiul de înclinare al cilindrului, iar *E*, corecţia introdusă pentru capilaritate.

Corecţia *E* variază în funcţie de diametrul vasului, de înclinarea lui, de materialul pereţilor ,de proprietatea suprafeţei şi de felul lichidului.

In toate celelalte condiţii, corecţia E variază în funcţie de unghiul zenital astfel: pentru θ cuprins între 0^{0} şi $30-35^{0}$, corecţia E creşte proporţional cu mărimea unghiului θ, apoi creşterea se micşorează, atingând valoarea maximă pentru $\theta \cong 45^{0}$, după care începe să scadă. Din cauza multiplilor factori, care influenţează corecţia E, este greu de dat o tabelă sau un grafic al variaţiei corecţiei E. Totuşi, luând în consideraţie capilaritatea, se poate recomanda respectarea următoarelor măsuri (48):

1. să se aleagă o concentraţie a soluţiei (aproximativ 20%), cu care, după felul sticlei date, se obţin urme evidente de coroziune pe pereţii tubului, apoi să se întrebuinţeze această soluţie;
2. să se folosească tuburi din acelaşi material şi aproximativ, cu acelaşi diametru;
3. să se determine experimental mărimile corecţiei E pentru diferite valori ale unghiului θ.

Pentru a avea o imagine a valorii corecţiei E, se dă mai jos o tabelă, cu mărimile numerice ,pentru următorii diametri ai tuburilor de sticlă (48):

Numărul tubului	Diametrul în mm		Observaţii
	exterior	interior	
Nr. 1	16,9–18,3	13,6–14,6	Tăiate din tuburi lungi
Nr. 2	21,8–22,0	15,0–15,2	Tuburi de nivel
Nr. 3	15,0	14,0	Eprubete de sticlă subţire
Nr. 4	25,0	22,0	Eprubete de sticlă groasă

Soluţia de acid fluorhidric folosită a fost în concentraţie de 20%.

Tabela 2

Valorile corecţiei E pentru tuburile nr. 1—4

Θ	Θ–E				E			
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
10°	7	7	8	8	3	3	2	2
20°	13	14	15	15	7	6	5	5
30°	18	19	22	24	12	11	8	6
40°	26	27	30	32	14	13	10	8
45°	30	32	35	37	15	13	10	7
50°	35	39	41	43	15	11	9	7
60°	47	51	52	54	13	9	8	6
70°	60	63	64	65	10	7	6	5

Din tabela arătată rezultă că mărimea corecţiei este importantă şi că introducerea ei în formula (2.12'), pentru determinarea unghiului de înclinare δ'_0 este obligatorie.

Scanned with CamScanner

Expresia grafică a mărimii corecției E, în funcție de unghiul zenital θ, pentru tuburile nr. 2, la concentrație de 20% a acidului, este dată în fig. 84.

Precizia de determinare a unghiului θ, cu ajutorul aparatului cu acid fluorhidric, nu este mare ($\pm$1...2°).

Pentru determinarea completă a elementelor de deviație ale sondelor cu diametrul mic se folosesc, pe scară mare, aparatele HKA. Indicațiile azimutale ale aparatului nu depind de influențe magnetice, deoarece se bazează pe folosirea prăjinilor orientate.

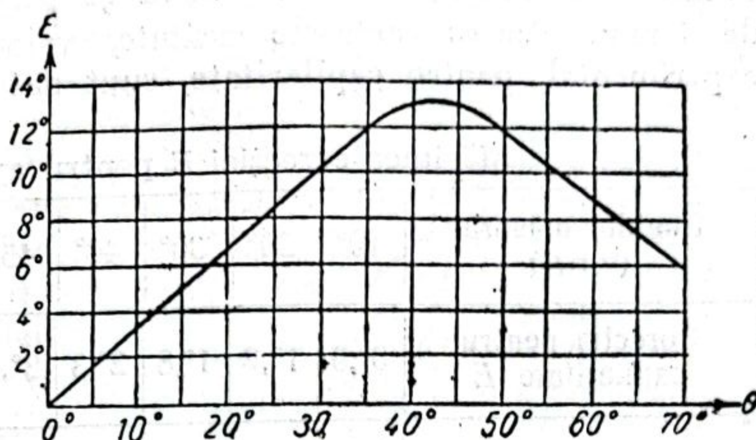


Fig. 84

Particularitatea caracteristică a aparatului HKA constă în faptul că toate elementele lui se unesc între ele în coloană cu ajutorul legăturilor orientate. Pentru compunerea coloanei se folosesc prăjini cu diametrul de 40 mm și cu sistem cu mufă superioară și inferioară. Imbinarea prăjinilor orientate se face cu ajutorul mufelor de strângere.

Cartușul de măsurat este prevăzut ,deasemenea, la ambele capete, cu mufe. Deaceea, el poate fi așezat în orice loc, între prăjinile orientate. Serviciul cartușului de măsurat se bazează pe principiul de fixare a suprafeței lichidului. Lichidul este un electrolit, cu care se umple până la o înălțime anumită spațiul inelar dintre catodul cilindric și pereții paharului electrolitic, care formează partea vasului anodic.

Poziția suprafeței electrolitului se fixează cu ajutorul curentului electric, care precipită din electrolit pojghița subțire de cupru roșu, pe suprafața catodului.

După ce întreaga coloană de prăjini, împreună cu cantitatea necesară de cartușe măsurătoare, au fost introduse în sondă, nivelul lichidului în toate cartușele de măsurat se fixează cu ajutorul curentului electric în același timp.

La executarea măsurătorilor de deviere a sondelor, problema cea mai importantă este rotirea generatoarelor nule de pe suprafața cartușelor de măsurat, față de mufa superioară a prăjinii superioare. Pentru aceasta, determinarea rotirii mufei coloanei constitue una dintre operațiile pregătitoare importante.

La acestea, gradul de rotire se determină cu ajutorul capetelor de rotire sau de nivelare, introduse în acest scop, la capetele fiecărei coloane.

Timpul de precipitare a cuprului pe catod este de aproximativ zece minute. Inălţimea de precipitare a cuprului pe catod se măsoară cu ajutorul microscopului, cu o precizie de ± 0,1 mm. Despre precizia determinării elementelor unghiulare ale deviaţiei sondelor, cu ajutorul aparatului HKA, se va trata mai jos. Se menţionează numai că, la cartuşele HKA, diametrul catodului se ia de 17 mm, iar intervalul dintre catod şi pereţii paharului anodic este de 3 mm. Pentru cartuşele arătate, valorile corecţiei *E*, obţinute experimental, pentru capilaritate, sunt date în tabela 3.

Tabela 3

Mărimea corecţiei *E* pentru aparatul HKA

Unghiul măsurat ($\Theta+E$)	10°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
Corecţia pentru capilaritate *E*	0°,6	1°,2	1°,8	2°,3	2°,3	1°,8	1°,2	0°,6	0°,3	0°,2

In tabele trebue să se observe următoarele două fapte.

Primul: mărimea corecţiilor din cauza capilarităţii este aici mai mică decât a corecţiilor analoage, în cazul determinării unghiului θ, cu ajutorul aparatelor cu acid fluorhidric.

Al doilea: unghiul zenital măsurat ($\theta + E$) este mai mare decât unghiul real θ, în timp ce, la determinarea unghiului zenital, făcut cu aparatul cu acid fluorhidric, se întâmplă fenomenul invers.

Diferenţa dintre semnele corecţiilor se explică prin aceeaşi situaţie, de care s'a amintit mai sus, şi anume: ridicarea lichidului care udă pereţii în urma forţelor capilare este cu atât mai mare, în locul peretelui solid, cu cât unghiul dintre suprafaţa lichidului şi peretele vasului este mai mic.

In aparatul cu acid fluorhidric, unghiul ascuţit este aşezat în peretele stâng al vasului, iar la aparatul HKA, în peretele din dreapta al catodului. Date mai complecte despre aparatele arătate, cum şi informaţii despre alte aparate folosite la ridicările stratimetrice ale sondelor ,se află în manualele de specialitate respective.

c) Clinometre bazate pe folosirea orizontalităţii nivelului lichidelor

Se va insista puţin asupra părţii geometrice a folosirii orizontalităţii nivelului lichidului, în legătură cu ridicarea sondelor de foraj.

S'a arătat mai sus că, introducând în sondă, prin prăjini, un vas cilindric sau aşa numitul cartuş, în care s'a turnat lichid şi fixând, într'un mod oarecare, linia de intersecţie a suprafeţei libere a lichidu-

lui pe pereții cartușului, se va obține, pe peretele ultimului, o urmă în formă de cerc sau de elipsă. Cercul corespunde poziției verticale a sondei, iar elipsa, poziției ei înclinate. Adesecori, linia de intersecție a suprafeței libere a lichidului nu se obține cu pereții cartușului ci pe suprafața pivotului cilindric, fixat concentric în cartuș, cum se întâmplă în aparatul HKA, ceeace nu schimbă esența problemei.

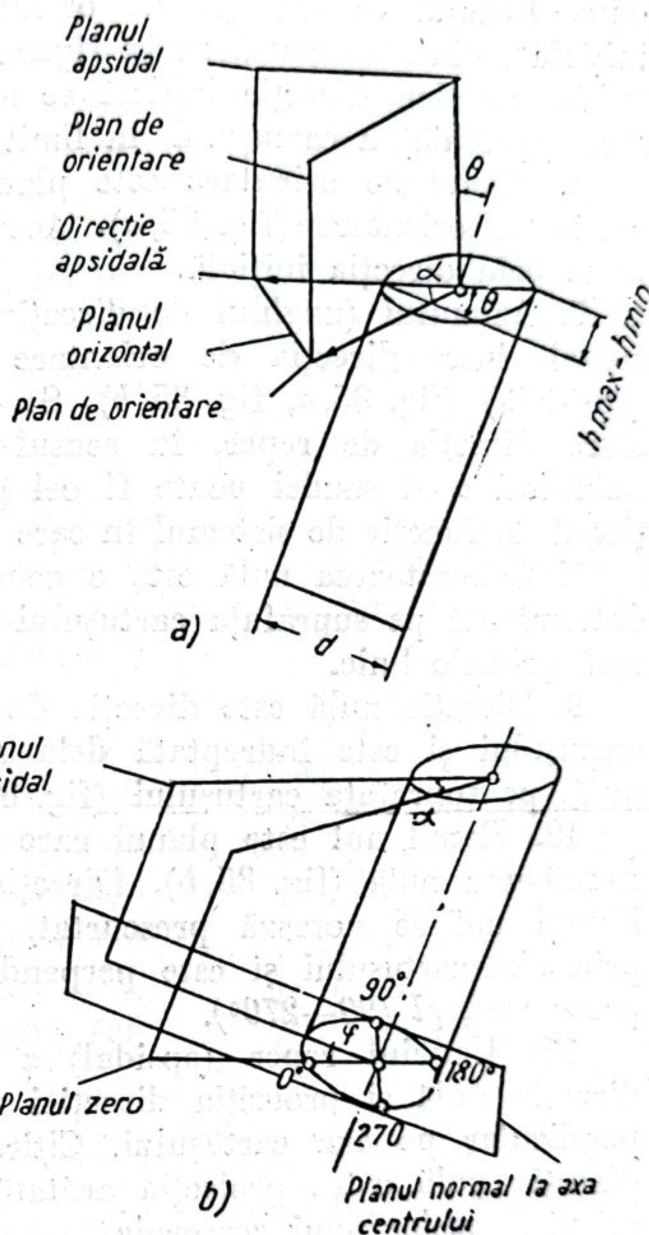


Fig. 85

Datorită legăturii rigide dintre cartușul de măsurat cu prăjini și suprafața terenului, există și posibilitatea determinării azimutului sondei. Expunerea problemei va fi precedată de câteva definiții (48).

1. suprafața nivelului lichidului este un plan orizontal tangent la suprafața liberă a lichidului din cartuș, în punctul de intersecție al lichidului cu axa lungă a cartușului.

2. Unghiul zenital θ este unghiul dintre verticală și axa cartușului (fig. 85, *a*).

3. Orientarea (direcția apsidală) cartușului în planul orizontal este dreapta care trece prin axa cartușului și prin punctul cu poziția cea mai joasă a lichidului din cartuș. In cazul când cartușul este în poziția verticală, nu există orientare, deoarece toate punctele planului de nivel al lichidului în cartuș sunt la aceeași înălțime, față de secțiunea perpendiculară pe axa cartușului (fig. 85, *a*).

4. Planul de orientare (apsidal) este un plan vertical, care trece prin direcția de orientare (fig. 85, *a*, fig. 85, *b*). In acest plan se găsește unghiul zenital θ. Planul de orientare (apsidal) se notează prescurtat, *pl* (*max-min*).

5. Direcția de orientare aste arbitrară, însă este aleasă anume în planul orizontal de direcție, care trece prin axa sondei (fig. 85, *a*).

Pentru sondele verticale, alegerea direcţiei de orientare poate fi luată arbitrar. Pentru sondele înclinate, direcţia de orientare este, deobicei, direcţia proiecţiei orizontale a axei sondei, pentru porţiunea ei superioară (dela 0 până la 6 m adâncime) pe înclinarea sondei date. Rezultă că direcţia de orientare astfel aleasă este „direcţia iniţială", din care cauză ea va figura, adeseori, sub această denumire.

In practică, direcţia iniţială se determină prin direcţia de orientare (apsidală) a cartuşului în limitele intervalului arătat din sondă.

6. Planul de orientare este planul vertical, care trece prin direcţia de orientare (fig. 85, *a*). Acest plan se numeşte iniţial, dacă trece prin direcţia iniţială.

7. Azimutul (unghiul de direcţie) α al sondei este un unghi orizontal, între direcţia de orientare (iniţială) şi direcţia de reper (apsidală) (fig. 85, *a*, fig. 85, *b*). Se citeşte dela direcţia de orientare către direcţia de reper, în sensul mişcării acelor unui ceasornic. Azimutul α al sondei poate fi cel geografic, magnetic, sau convenţional, în funcţie de sistemul în care a fost luată direcţia de orientare.

8. Generatoarea nulă este o generatoare oarecare, însă este bine determinată pe suprafaţa cartuşului de măsurat, imaginară sau marcată printr'o linie.

9. Direcţia nulă este direcţia de pe planul perpendicular pe axa cartuşului şi este îndreptată dela axa cartuşului spre generatoarea nulă, pe suprafaţa cartuşului (fig. 85, *b*).

10. Planul nul este planul care trece prin axa cartuşului şi generatoarea nulă (fig. 85, *b*). Direcţia nulă se găseşte în acest plan. Planul nul se notează prescurtat, *pl (0—180°)*. Planul care trece prin axa cartuşului şi este perpendicular pe planul nul se notează prescurtat, *pl (90—270°)*.

11. Unghiul reper (apsidal) φ (fig. 85, *b*) este unghiul dintre direcţia nulă şi proiecţia direcţiei reper (apsidale), pe planul perpendicular pe axa cartuşului. Citirea unghiului reper se face dela direcţia nulă către proiecţia arătată a direcţiei de reper, în sensul mişcării acelor unui ceasornic.

12. Unghiul raportat reper φ' este unghiul dintre proiecţiile direcţiilor de orientare (sau iniţiale) şi direcţia reper, din planul perpendicular pe axa cartuşului. Citirea unghiul φ' se face în aceeaşi direcţie ca şi citirile unghiurilor azimutale şi de reper.

Determinarea unghiului zenital θ.

Unghiul de înclinare δ al sondei faţă de orizont se determină, după mărimea unghiului zenital θ, din relaţia

$$\delta_0 = 90° - \theta, \tag{2.13}$$

După cum rezultă din fig. 85, *a*, unghiul zenital θ se poate determina din măsurătorile date h_{max} şi h_{min} ale înălţimilor de pre-

Scanned with CamScanner

cipitare (sau urme de coroziune) de pe pereţii cartuşului sau ai cilindrului, folosind relaţia:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{h_{max}-h_{min}}{d}, \qquad (2.14)$$

în care d este diametrul cartuşului sau al cilindrului.

UNIVERSITATEA DE IAŞI
LABORATORUL
DE
MINERALOGIE şi PETROGRAFIE

Determinarea unghiului reper (apsidal) φ.

In timpul afundării cartuşului (cilindrului) cu prăjinile în sondă cu dublă deviaţie, poziţia planului reper se va schimba în funcţie de variaţia unghiului reper φ. Determinarea unghiului reper se face prin măsurarea înălţimii de precipitare pe generatoarele cartuşului (cilindrului), în punctele de intersecţie cu planele ($0-180^0$) şi ($90-270^0$). Dacă înălţimile măsurate vor fi notate corespunzător cu h_0, h_{90}, h_{180}, h_{270}, atunci φ se va obţine, faţă de plan, din expresia:

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{h_{270}-h_{90}}{h_{180}-h_0}. \qquad (2.15)$$

Formula (2.15) se deduce astfel (48). La poziţia înclinată a sondei, planul nivelului lichidului, în secţiunea cu suprafaţa cilindrului, dă o elipsă (fig. 86). Se ia sistemul de axe de coordonate *oxyz*, unde axa *oz* coincide cu axa cilindrului (fig. 86), iar axa *ox*, cu direcţia nulă. Planul de nivel al lichidului *GFEDKJ*, intersectează axa cilindrului în punctul *O'*, la distanţa b dela baza cilindrului (originea coordonatelor).

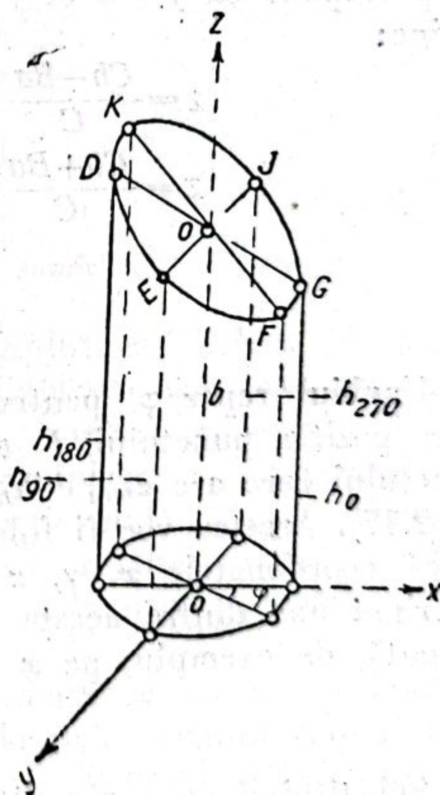


Fig. 86

Ecuaţia acestui plan se prezintă sub forma următoare:

$$Ax+By+C(z-b)=0. \qquad (2.16)$$

Se scrie ecuaţia cercului dela baza cilindrului

$$x^2+y^2=a^2, \qquad (2.17)$$

în care a este raza cilindrului (cartuşului).

Se secţionează planul *GFEDKJ* cu planul *zox*. Ecuaţia liniei de intersecţie a planelor arătate se va obţine din rezolvarea ecuaţiilor:

$$Ax+By+C(z-b)=0$$
$$y=0.$$

Scanned with CamScanner

Se va scrie, deci, sub forma

$$Ax+C(z-b)=0. \tag{2.18}$$

Ordonatele z, de intersecție a dreptei $\overline{GD}$ cu suprafața cilindrului, se vor obține dacă în ecuația (2.18) se ia $x=a$ (pentru punctul G) și $x=-a$ (pentru punctul D) și se rezolvă în raport cu z:

$$z=\frac{Cb-Aa}{C}=h_0 \quad (\text{pentru } x=a);$$

$$z=\frac{Cb+Aa}{C}=h_{180} \quad (\text{pentru } x=-a).$$

Astfel se exprimă grosimile de precipitare pe peretele cilindrului. De aici rezultă:

$$h_{180}-h_0=\frac{2Aa}{C}. \tag{2.19}$$

In acelaşi fel se va intersecta planul elipsei $GFEDKJ$ cu planul zoy. Ecuația liniei de intersecție (dreapta $\overline{EJ}$) a acestor plane se va scrie sub forma:

$$By+C(z-b)=0.$$

Se presupune că $y=a$ și $y=-a$ și, rezolvând-o în raport cu z, se obține:

$$z=\frac{Cb-Ba}{C}=h_{90} \quad (\text{pentru } y=a)$$

$$z=\frac{Cb+Ba}{C}=h_{270} \quad (\text{pentru } y=-a)$$

și

$$h_{270}-h_{90}=\frac{2Ba}{C}. \tag{2.20}$$

Unghiul reper φ, pentru care se deduce formula, se determină prin poziția punctului F al planului $GFEDKJ$, adică prin poziția punctului care are z_{min} (h_{min}). Acest punct satisface ecuațiile (2.16) și (2.17). Acestea vor fi folosite pentru calcularea a trei necunoscute, adică coordonatele x, y, z ale punctului F. Pentru aceasta, se va exprima una dintre aceste necunoscute în funcție de cealaltă necunoscută, de exemplu, pe x prin y din ecuația (2.17)

$$x=\pm\sqrt{a^2-y^2}. \tag{2.21}$$

Substituind pe x din ultima expresie în formula (2.16), se obține

$$z=\frac{Cb-Ax-By}{C}=\frac{1}{C}(C^2b\pm A\sqrt{a^2-y^2}-By). \tag{2.22}$$

In această formulă, semnul superior (+) înaintea radicalului corespunde ramurii superioare a elipsei, iar semnul inferior (—), ramurii inferioare a elipsei.

Scanned with CamScanner

Pentru determinarea lui z_{min} (h_{min}), se diferenţiază ecuaţia (2.22) şi se egalează $\frac{dz}{dy}$ cu zero:

$$\frac{dz}{dy}=\frac{Ay}{\pm\sqrt{a^2-y^2}}-B=0. \tag{2.23}$$

Din ultima expresie, se obţine:

$$A^2y^2=B^2(a^2-y^2),$$
$$(A^2+B^2)\,y^2=B^2a^2,$$

$$y=\frac{Ba}{\sqrt{A^2+B^2}}. \tag{2.24}$$

Inlocuind valoarea obţinută pentru y în ecuaţia (2.21), se obţine

$$x=\sqrt{a^2-y^2}=\sqrt{a^2-\frac{B^2a^2}{A^2+B^2}}=\frac{Aa}{\pm\sqrt{A^2+B^2}}. \tag{2.25}$$

Astfel, poziţia z_{min} (h_{min}) se determină prin coordonatele x şi y.

Folosind expresiile (2.24) şi (2.25), cum şi (2.19) şi (2.20), se obţine unghiul reper .

$$\operatorname{tg}\delta=\frac{y}{x}=\frac{B}{A}=\frac{h_{270}-h_{90}}{h_{180}-h_0},$$

Ultima reprezintă formula căutată (2.15).

Determinarea azimutului sondei

Dacă se roteşte cilindrul înclinat, umplut cu lichid, în jurul axei sale lungi, generatoarea nulă este vizibilă; în acest caz, cu toate că direcţia reper va rămâne invariabilă, unghiul reper φ îşi va schimba mărimea în timpul unei rotiri complecte a cilindrului în jurul axei sale, întrucât, la aceasta, direcţia nulă îşi va schimba poziţia. Se va folosi aceasta pentru stabilirea relaţiei dintre variaţia unghiului reper φ şi variaţia azimutului α, pentru a-l determina după valorile date ale unghiului φ.

Se roteşte cilindrul în jurul axei sale lungi cu un unghi foarte mic $\Delta\varphi$; înclinarea cilindrului se determină prin unghiul zenital θ. Pentru aceasta se imaginează că centrul o al bazei cilindrului se găseşte în centrul sferei (fig. 87). Rotirea cilindrului cu unghiul $\Delta\varphi$ se va reprezenta pe suprafaţa sferei prin arcul $\widehat{DD'}$. Prin punctele D, D' şi prin verticala oz, se duc două plane. Acestea vor da, pe suprafaţa sferei, triunghiul ZDD', în care unghiul DZD' este egal cu $\Delta\varphi$; latura $\overline{DD'}$ se măsoară prin unghiul $\Delta\varphi$, latura $\overline{DZ}$ se

măsoară prin unghiul ($90^0 - \theta$) şi unghiul *ZDD'*, diferă foarte puţin de un unghi drept.

După teorema sinusurilor, avem:

$$\frac{\sin \Delta\alpha}{\sin \Delta\varphi} = \frac{1}{\sin (90^\circ - \theta)},$$

de unde

$$\sin \Delta\alpha = \frac{\sin \Delta\varphi}{\cos \theta}. \quad (2.26)$$

La determinarea variaţiei azimutului $\Delta\alpha$ după variaţia unghiului reper $\Delta\varphi$ se foloseşte formula (2.26). La variaţii frecvente ale elementelor de deviaţie ale sondei (de exemplu la intervale de cel puţin 30 m), mărimile $\Delta\varphi$ şi $\Delta\alpha$ sunt atât de mici, încât, în locul valorii sinusurilor acestor unghiuri, se poate folosi chiar valoarea unghiurilor, adică se înlocueşte expresia (2.26) prin expresia

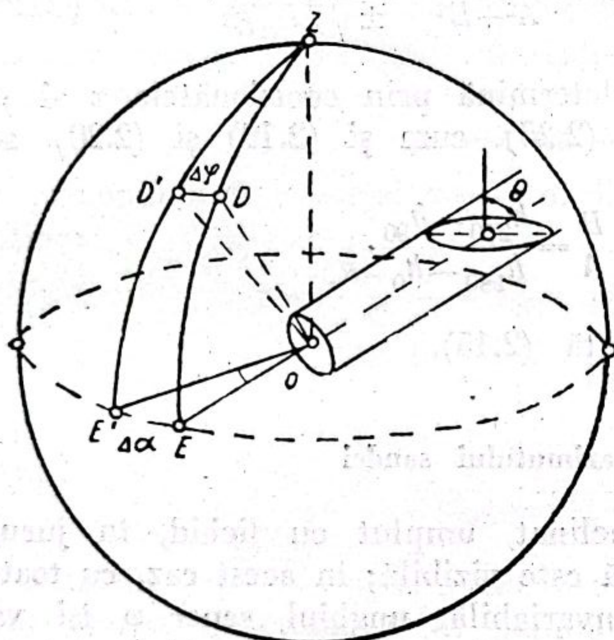


Fig. 87

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta\varphi}{\cos \theta}. \quad (2.27)$$

Folosind expresia de mai sus, variaţia unghiului de azimut α, dela capătul de sus până la capătul de jos al coloanei de prăjini de foraj, se calculează astfel:

$$\alpha_n - \alpha_1 = \sum_{1}^{n} \frac{\Delta\varphi}{\cos \theta}. \quad (2.28)$$

Pentru variaţii mai brusce ale elementelor de deviaţie ale sondelor, calculele se fac cu formula (2.26).

Cunoscând unghiul iniţial azimutal al sondei şi variaţia sa la diferite adâncimi, se pot stabili succesiv azimutele tuturor intervalelor sondei.

d) Precizia determinării unghiurilor θ şi φ la măsurările făcute cu aparatul HKA

La baza determinării unghiurilor θ şi φ stă măsurarea înălţimii de precipitare pe pereţii cilindrului şi aceste înălţimi se determină cu eroarea $\pm 0{,}1$ mm.

Din formula

$$\operatorname{tg} \Theta = \frac{h_{max} - h_{min}}{d}$$

rezultă că eroarea maximă va fi atunci când erorile de 0,1 mm, care s'au comis la determinarea înălţimilor precipitatului h_{max} şi h_{min}, s'au făcut în sensuri diferite.

Fie unghiul zenital $\Theta = 5^0$. In baza formulei de mai sus, se scrie ecuaţia

$$0{,}0875 = \frac{x}{17},$$

în care 17 este diametrul cilindrului, în mm.

De aici, $x = h_{max} - h_{min} = 1{,}487$ mm. Se admite că h_{max} este determinat cu 0,1 mm în plus faţă de valoarea reală a înălţimii h_{ma} iar h_{min} este determinat cu 0,1 mm în minus faţă de valoarea reală h_{min}, adică s'a găsit că $x = 1{,}687$ mm. In acest caz, vom avea tg $\Theta = 0{,}099$ şi $\Theta = 5^0{,}7$.

Dacă se ia $x = 1{,}487 - 0{,}2 = 1{,}287$ mm, se obţine tg $\Theta = 0{,}076$ şi $\Theta = 4^0{,}3$.

Astfel, eroarea la determinarea unghiului zenital Θ, pentru valorile unghiului Θ, apropiate de 5^0, este de $\pm 0{,}7^0$.

Făcând operaţii analoage pentru alte valori ale unghiului, se va obţine tabela următoare (48) a erorilor maxime la determinarea unghiului zenital (tabela 4).

Tabela 4

Eroarea maximă la determinarea unghiului Θ cu aparatul HKA

Pentru valorile Θ =	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Eroarea maximă	±0,7°	±0,7°	±0,6°	±0,5°	±0,4°	±0,3°	±0,2°

Din tabelă rezultă că unghiul zenital Θ se determină cu precizie suficientă pentru scopuri practice.

Să se determine eroarea maximă la calcularea unghiului reper, în măsurătorile cu aparatul HKA.

Pentru aceasta se va folosi formula:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h_{270} - h_{90}}{h_{180} - h_0}.$$

Diferenţele înălţimilor, care intră în formulă sunt, de cele mai multe ori, mai mici decât diferenţa ($h_{max} - h_{min}$) şi numai într'un singur caz egale cu ea. Eroarea maximă la determinarea unghiului φ

va fi atunci, când erorile de 0,1 mm, la măsurarea înălţimilor h_{270}, h_{90}, h_{180}, h_0, se vor situa în sensuri diferite şi dacă planul nul (sau planul perpendicular pe el) va coincide cu planul reper.

Fie pentru $\Theta = 5^0$, iar *pl* (90—270) să coincidă cu planul reper. Atunci

$$h_{270}-h_{90}=1{,}487 \text{ mm},$$
$$h_{180}-h_0=0 \text{ sau } \varphi=90°.$$

Se presupune că, în locul valorilor precise pentru diferenţele înălţimilor arătate, s'au obţinut diferenţele:

1) $h_{270}-h_{90}=1{,}687$ mm $\quad$ 2) $h_{270}-h_{90}=1{,}287$ mm
$h_{180}-h_0=\pm 0{,}2$ mm $\quad$ $h_{180}-h_0=\pm 0{,}2$ mm.

Calculând din aceste date unghiul φ, se va obţine:

1) $\varphi=83°{,}2$ $\quad$ 2) $\varphi=81°{,}2$
$\varphi=96°{,}8$ $\quad$ $\varphi=98°{,}8$.

Astfel, unghiul reper φ, în condiţiile date, se determină cu o eroare maximă de $\pm 6°{,}8$ şi $\pm 8°{,}8$.

Efectuând în mod analog calculul erorilor maxime la determinarea unghiului φ, pentru o serie de valori ale unghiului Θ, se vor obţine datele arătate în tabela 5.

Tabela 5

Eroarea maximă la determinarea unghiului φ cu aparatul HKA

Pentru valorile unghiului Θ=	5°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
Eroarea maximă pentru φ	±8°,8	±4°,1	±1°,9	±1°,2	±0°,8	±0°,6	±0°,4

Rezultă că unghiul reper φ, pentru valori mici ale unghiului Θ (până la 15—20⁰), sau pentru unghiuri mai mari de înclinare a sondei, este afectat de eroarea maximă periculoasă. Totuşi, în practică, această poziţie nefavorabilă a planelor *(0—180⁰)* şi *(90—270⁰)*, faţă de planul reper, se întâmplă destul de rar; aceasta se poate corecta uşor cu ajutorul planelor ajutătoare.

Variaţia azimutului α este în funcţie de variaţia unghiului reper Θ, dată prin relaţia

$$\Delta\alpha=\frac{\Delta\varphi}{\cos\Theta}.$$

Din această cauză, pentru valorile unghiului Θ, apropiate de 90^0 (unghiul de înclinare al sondei este aproape de 0^0), valorile unghiului α sunt nedeterminabile. Pentru a evita aceasta şi pentru a obţine,

pe suprafaţa cilindrului, o linie închisă a precipitatului, trebue ca unghiul zenital să nu fie mai mare decât 70°.

La ridicarea stratimetrică, sunt supuse determinării nu numai mărimile unghiulare, ci şi mărimile liniare sau distanţele în sondă, între punctele pentru care se face măsurarea unghiurilor Θ şi φ. Măsurarea lungimilor se face cu panglică de oţel la suprafaţă, în timpul compunerii coloanei din prăjinile de orientare. Aceste măsurători se fac cu precizie de 1 cm. Măsurarea distanţelor dela gura sondei până la contactul rocelor se face, deasemenea, prin coloana de prăjini. Este necesar să se menţioneze că determinarea valorilor de lungime, la ridicarea sondelor, se face în condiţii mult mai favorabile, decât măsurarea unghiurilor. Deaceea, ele servesc ca bază pentru determinările stratimetrice.

Din cele expuse rezultă că precizia măsurărilor făcute cu aparatul HKA se poate lua egală cu 1/100. In consecinţă, pentru folosirea rezultatelor ridicării, se pot aplica, cu acelaşi efect, atât metodele analitice, cât şi cele grafice, iar în metoda analitică, pentru obţinerea mărimilor căutate, se poate folosi cu succes rigla de calcul.

e) Prelucrarea rezultatelor obţinute prin măsurare

La ridicarea înălţimilor de precipitare a cuprului pe cilindrul catodului este mai uşor să se aranjeze însemnările după schema:

0°	26,4	20°	24,8	40°	23,6	60°	22,8	$h_{max}=39{,}0$
180°	31,8	200°	33,8	220°	34,9	240°	35,6	$h_{min}=19{,}3$
	58,2		58,6		58,5		58,4	
90°	23,2	110°	24,5	130°	26,4	150°	28,8	
270°	35,0	290°	33,7	310°	31,7	330°	29,5	
	58,0		58,2		58,8		58,3	

Controlul înălţimilor măsurate constă în faptul că suma înălţimilor dela capetele opuse ale fiecărui diametru trebue să fie aceleaşi. Rezultatele măsurării înălţimilor precipitatului sunt satisfăcătoare, când diferenţa sumelor în raport cu valoarea lor medie, nu este mai mare decât 0,3—0,4 mm.

La calcularea unghiului Θ′, se foloseşte formula (2.14).

Exemplu: $h_{max}=39{,}0$; $h_{min}=19{,}3$; $h_{max}-h_{min}=19{,}7$

$$\operatorname{tg}\theta' = \frac{19{,}7}{17}$$

$$1{,}29447 - 1{,}23045 = 0{,}06402 = \lg \operatorname{tg}\theta'$$

Măsurătoarea . . . . . . $\theta'=49°{,}2$
Corecţia pentru capilaritate . . $E=1°{,}7$
Unghiul zenital .. . $\Theta=47°{,}5$
Unghiul de înclinare al sondei . $\delta_0=42°{,}5$

9

Corecţia pentru capilaritate E se obţine prin interpolarea, după tabelă, a valorilor pentru unghiul zenital măsurat.

După determinarea unghiului zenital se face calculul unghiului reper φ cu formula (2.15). Datele şi rezultatele de calcul sunt indicate în tabela 6.

Tabela 6

Calculul unghiului reper

270—90°	180—0°	290—110°	200—20°	310—130°	220—40°	330—150°	240—60°
35,0	31,8	33,7	33,8	31,7	34,9	29,5	35,6
23,2	26,4	24,5	24,8	26,4	23,6	28,8	22,8
11,8	5,4	9,2	9,0	5,3	11,3	0,7	12,8
1,07188—		0,96379—		0,72428—		9,84510—	
0,73239		0,95424		1,05308		1,10721	
0,33949		0,00955		9,67120		8,73789	
65°,4		45°,6+		25°,1+		03°,2+	
—		20°		40°		60°	
65°,4		65°,6		65°,1		63°,2	
$\varphi = 65°,3$							

In primul şir sunt însemnaţi simbolic diametrii, în şirurile al doilea şi al treilea sunt înscrise înălţimile precipitatului la capetele corespunzătoare ale diametrilor, iar în şirul patru, diferenţele

$$h_{270}-h_{90}, \quad h_{170}-h_0, \text{ etc.}$$

cu semnele corespunzătoare; în şirul al cincilea, logaritmii numărătorului; în şirul al şaselea, logaritmii numitorului; în şirul al şaptelea, logaritmii câtului; în şirul al optulea, valorile unghiurilor reper; în şirul al nouălea, numărul întreg de grade pentru aducerea unghiului reper în cadranul corespunzător, conform regulii cadranului; în şirul al zecelea, rezultatele obţinute la calculul unghiului reper pentru fiecare pereche de diametri, reciproc perpendiculari; în ultimul şir, valorile medii ale unghiului φ din toate rezultatele obţinute.

Calculul unghiului φ, după patru perechi de diametri, reciproc perpendiculari, garantează eliminarea erorilor în măsurarea înălţimii şi în calcule. In exemplul arătat, în valoarea medie a unghiului nu este inclus rezultatul calculului după a patra pereche de diametri, deoarece trebue să se presupună că acest rezultat s'a deformat mult pe seama erorii relative mari, la determinarea diferenţei de înălţimi pe diametru (330—150°).

Prima pereche de diametri se consideră de bază. Intr'o poziţie nefavorabilă a acestei perechi de diametri, eroarea de calcul al

Scanned with CamScanner

unghiului φ poate fi apreciabilă şi, în acest caz, valoarea medie a unghiului reper se calculează din celelalte trei perechi de diametri.

După calculul unghiului φ, pentru toate cartuşele de măsurat care au fost folosite la măsurare, este necesar, după datele de torsiune, să se determine valorile unghiurilor reper faţă de direcţia iniţială (de orientare) şi apoi să se calculeze azimutele α.

Cum rezultă din fig. 88, pentru calculul unghiului reper (apsidală) al unui cartuş oarecare faţă de planul iniţial (orientare), este

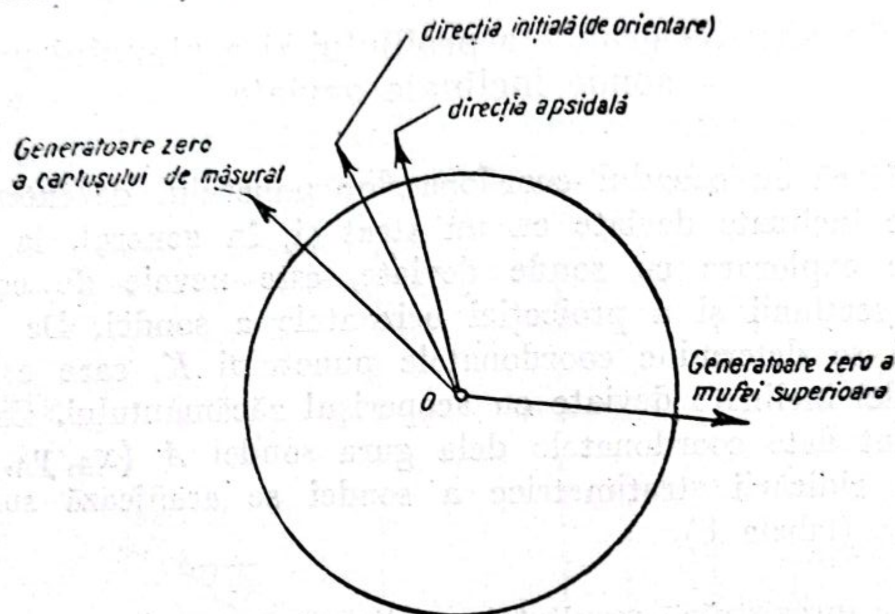


Fig. 88

necesar să se cunoască rotirea planului iniţial faţă de generatoarea nulă a mufei superioare a coloanei, rotirea dela aceste generatoare a generatoarei nule a cartuşului de măsurat şi unghiul de reper al cartuşului. Aceasta rezultă din exemplul de măsurare a deviaţiei sondei, redat în tabela 7 (48).

Tabela 7

Calculul elementelor de deviaţie ale sondei

Nr. cartuşului	Adâncimea măsurătorii, în m	Unghiul de rotire al generatoarei zero a mufei superioare a coloanei dela planul iniţial (de orientare)	Unghiul de rotire al generatoarelor zero ale cartuşelor dela generatoarea zero a mufei superioare a coloanei	Unghiurile reper φ după cartuş	Unghiurile reper dela planul iniţial (de orientare)	Azimutele α	Unghiurile zenitale Θ	Unghiurile de înclinare δ_0
7	5,60	120°	127°	113°	00°	00°	30,2°	59,8°
6	54,06	—	288°	316°	03°	03,5°	34,3°	55,7°
5	102,52	—	220°	27°	07°	08,5°	38,7°	51,3°
4	150,98	—	321°	289°	10°	12,5°	43,1°	46,9°
3	199,44	—	348°	254°	02°	02,9°	49,8°	40,2°
2	247,90	—	305°	287°	352°	344,6°	54,6°	35,4°
1	296,36	—	32°	188°	340°	322,3°	59,9°	30,1°

Scanned with CamScanner

Dacă direcţia iniţială (de orientare) coincide cu sensul pozitiv al axei x, cu direcţia meridianului geografic sau magnetic, azimutele calculate vor fi definitive. In caz contrar, ele vor fi relative şi, ulterior, trebue să fie supuse recalculării într'un sistem sau în celălalt. Recalcularea unghiurilor reper φ în azimute α se face pornind dela numărul de măsurători după formula (2.26) sau după formula (2.27).

f) Construcţia grafică a profilului şi a planului unei sonde înclinate deviate

In legătură cu calculul coordonatelor punctului de intersecţie al unei sonde înclinate deviate cu un strat şi, în general, la folosirea datelor de explorare cu sonde deviate, este nevoie de construcţia grafică a secţiunii şi a proiecţiei orizontale a sondei. De exemplu, se cere să se determine coordonatele punctului K, care este intersecţia sondei înclinate deviate cu acoperişul zăcământului. Ca mărimi iniţiale sunt date coordonatele dela gura sondei A (x_A, y_A, z_A), iar rezultatele ridicării stratimetrice a sondei se aranjează sub forma unei tabele (tabela 8).

Tabela 8

Forma înregistrării rezultatelor ridicării topografice a sondei

Nr. punctelor	Adâncimea sondei	Distanţa dintre punctele măsurării elementelor de aşezare ale sondei	Elementele de aşezare a sondei	
			Unghiul de direcţie	Unghiul de înclinare
A	0	$l_1=h_1$	a_0	δ_0
1	h_1	$l_2=h_2-h_1$	a_1	δ_1
2	h_2	$l_3=h_3-h_2$	a_2	δ_2
3	h_3	$l_4=h_4-h_3$	a_3	δ_3
K	h_4			

Aici, ca şi în exemplul precedent, dacă se ţine seamă numai de determinarea coordonatelor punctului K, problema se poate rezolva, pe aceeaşi bază, pe cale analitică sau grafică.

La rezolvarea grafică a problemei, se alege scara construcţiei corespunzătoare preciziei de ridicare stratimetrică a sondei, după cum este reprezentat în fig. 89, *a*. In acest caz, se construeşte iniţial profilul sondei pe intervale separate; fiecare interval se construeşte după unghiul corespunzător de înclinare al sondei înclinate. In planul de profil se determină $Z_K = Z_A - \Delta Z_{AK}$, cum şi proiecţiile orizontale ale tuturor porţiunilor sondei $(\overline{A1'}, \overline{1'2'}, \overline{2'3'}, \overline{3'K})$.

După aceasta, se trec pe planșă, succesiv, porțiunile de sondă sub unghiurile de direcție corespunzătoare, începând dela gura sondei A (fig. 89), prin care se fixează poziția sondei în planul orizontal. Coordonatele orizontale ale punctului de intersecție K, se obțin ușor de pe planșă.

Profilul se construește în două feluri, și anume:

1. Unghiurile de înclinare δ măsurate, ale intervalelor separate ale sondei, se raportează la punctele, în care ele au fost determinate și sunt așezate în jos, după mărimea intervalului corespunzător al sondei, după cum este reprezentat în fig. 89, *a*.

2. Unghiurile de înclinare ale sondei, măsurate în punctele corespunzătoare, se așează, dela aceste puncte, după înclinarea sondei,

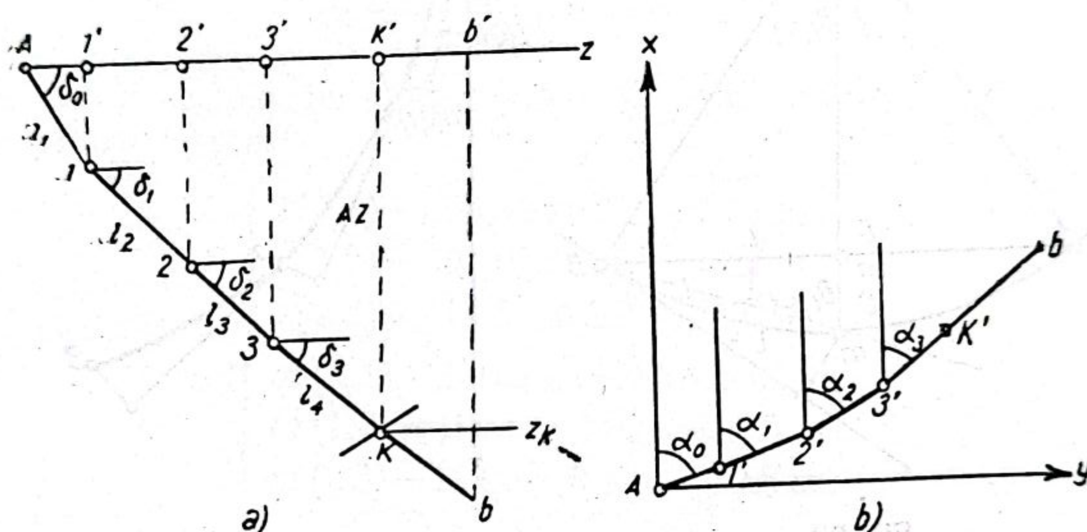


Fig. 89

la jumătatea intervalelor respective (vecine). De exemplu, unghiul δ_1 din fig. 89, *a* ar fi trebuit să fie așezat în punctul de pe axa sondei, la distanță egală cu $\frac{l_1}{2}$ dela gura sondei A și a menține această direcție până la punctul $\frac{l_1+l_2}{2}$.

Trebue să se menționeze că la metoda a doua, variația treptată a unghiului de înclinare al sondei este mai just reprezentată decât la prima metodă.

Reprezentarea unei sonde de foraj deviate, sub forma unei linii frânte (fig. 89), deși este satisfăcătoare pentru cele mai multe cazuri, prezintă totuși numai o primă aproximație.

Este mai just să se reprezinte deviația sondei între două puncte ale măsurătorii ei, sub forma unui arc de cerc, a cărui rază este cu atât mai mare, cu cât diferența unghiurilor zenitale $\theta_i - \theta_{i-1}$ este mai mică. Se înseamnă diferența cu $\theta_{i,\, i-1}$, iar lungimea arcului

Scanned with CamScanner

dintre două puncte de măsurare cu S; raza R a acestui cerc se va exprima astfel:

$$R = \frac{360^\circ S}{2\pi\Theta_{i,\,i-1}}. \qquad (2.29)$$

In acest caz, toată sonda se va reprezenta sub formă de arce de cerc, construite cu raze diferite, tangente în punctele de măsurare a curburii ei.

Deoarece construcţia arcelor de cerc cu rază mare calculată este practic incomodă, inginerul de mine I. S. Vasiliev a propus o metodă

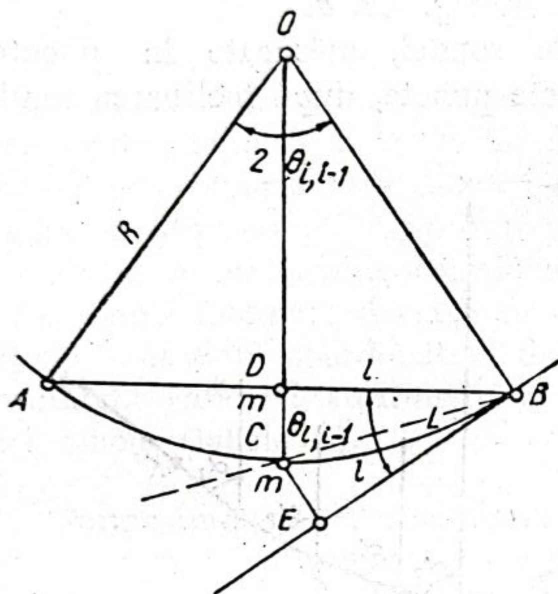


Fig. 90

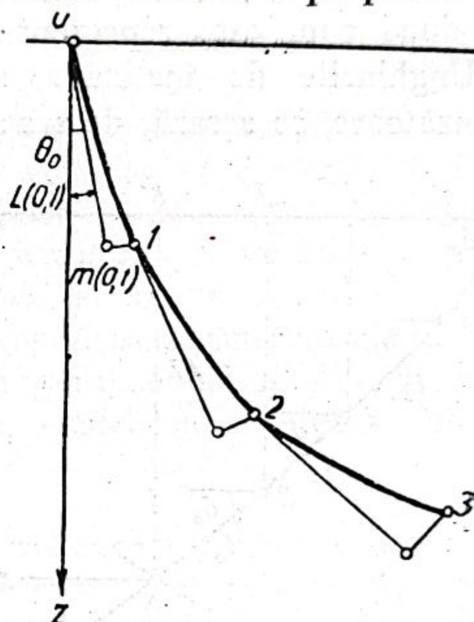


Fig. 91

simplă de construcţie, bazată pe imaginarea indicată a curbării sondei. La baza acestei metode, sunt următoarele consideraţii geometrice.

Fie,în fig. 90, o coardă, care întinde arcul $2\,\theta_{i,\,i-1}$ de rază $R = \overline{OC}$, dusă perpendicular pe coardă în punctul D şi care, în consecinţă, împarte unghiul în două.

Se duce tangenta la arc în punctul B. Se coboară din punctul C perpendiculara pe tangentă în punctul E. Unghiul ABC se reazemă pe arcul AC, iar unghiul CBE, pe arcul CB.

Deoarece $\widehat{AC} = \widehat{BC}$, prin construcţie, unghiurile arătate sunt egale între ele. Dreapta $\overline{BC}$ este bisectoarea unghiului ABE, egal, prin construcţie, cu $\theta_{i,\,i-1}$. Rezultă că $\overline{BD} = \overline{BE}$ şi $\overline{CD} = \overline{CE}$. Se notează $\overline{BE}$ cu l, CE cu m şi, exprimându-le prin raza R şi unghiul $\theta_{i,\,i-1}$, va rezulta:

$$l = R\sin\Theta_{i,\,i-1}; \qquad (2.30)$$

$$m = R(1 - \cos\Theta_{i,\,i-1}). \qquad (2.31)$$

Construirea sondei deviate în baza considerațiilor expuse mai sus, va fi arătată în exemplul de mai jos (48).

Fie elementele de așezare ale sondei determinate în punctele *0, 1, 2* și *3*, care sunt situate, unul față de altul, la distanțe de 50 m (fig. 91). Diferențele unghiurilor zenitale dintre fiecare pereche de porțiuni vecine, fie 10, 15 și 25°.

După formula (2.29), razele arcelor diferitelor intervale de sondă vor fi:

$$R_{(0,1)}=\frac{57{,}3\times 50}{10}=286{,}5 \text{ m}$$

$$R_{(1,2)}=\frac{57{,}3\times 50}{15}=191{,}0 \text{ m}$$

$$R_{(2,3)}=\frac{57{,}3\times 50}{25}=114{,}6 \text{ m.}$$

Se calculează cu formulele (2.30) și (2.31) valorile corespunzătoare pentru l și m:

$$\begin{cases} l\,(0{,}1)=286{,}5 \sin 10^\circ=49{,}8 \text{ m} \\ l\,(1{,}2)=191{,}0 \sin 15^\circ=49{,}4 \text{ m} \\ l\,(2{,}3)=114{,}6 \sin 25^\circ=48{,}4 \text{ m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} m\,(0{,}1)=286{,}5\times 0{,}015=\ 4{,}3 \text{ m} \\ m\,(1{,}2)=191{,}0\times 0{,}034=\ 6{,}5 \text{ m} \\ m\,(2{,}3)=114{,}6\times 0{,}094=10{,}8 \text{ m} \end{cases}$$

Cu valorile obținute pentru l se construește sonda deviată în profil, astfel:

Din punctul *O* (fig. 91) se duce dreapta l (0,1) sub un unghi egal cu unghiul inițial zenital. La capătul acestei drepte se duce o perpendiculară cu lungimea egală cu m (0,1); capătul perpendicularei va fi punctul *1* de măsurare a elementelor de deviație ale sondei. Continuând construcția în același fel, se va obține, consecutiv, în profil și poziția celorlalte puncte de măsurare. Unindu-le printr'o curbă continuă se va reprezenta în profil gaura deviată a sondei.

In construcția arătată, distanțele reale dintre punctele de măsurare se determină cu dreapta $\overline{BC}$ (fig. 90), a cărei lungime poate fi calculată din expresia:

$$\overline{BC}=L=2\,R \sin \frac{\theta_{i,\,i-1}}{2}. \tag{2.32}$$

Folosind această expresie, se calculează L pentru exemplul arătat

$$\begin{cases} L\,(0{,}1)=2\times 286{,}5 \sin 5^\circ \quad\ =49{,}94 \text{ m} \\ L\,(1{,}2)=2\times 191{,}0 \sin 7{,}5^\circ\ \ =49{,}86 \text{ m} \\ L\,(2{,}3)=2\times 114{,}6 \sin 12{,}5^\circ=49{,}61 \text{ m.} \end{cases}$$

Scanned with CamScanner

Valorile calculate pentru L sunt destul de apropiate de cele măsurate, deşi devierea sondei este însemnată, ceeace arată că metoda de construcţie este satisfăcătoare.

Metoda analitică de determinare a coordonatelor tălpii sondei sau a punctului de intersecţie al sondei cu stratul se face prin calculul succesiv al coordonatelor după diferite intervale, prin aplicarea formulelor (2.10), (2.11), (2.12).

5. DETERMINAREA DIRECŢIEI ŞI A INCLINĂRII STRATULUI DUPĂ COORDONATELE A TREI PUNCTE

In cele ce urmează se vor considera coordonatele cunoscute ale punctului de intersecţie al sondei cu stratul (acoperişul sau culcuşul stratului) cunoscute, iar elementele de direcţie şi de înclinare (α, δ) ale stratului, constante în limitele suprafeţei triunghiului, construit după datele a trei sonde.

Exemplu. Fie punctele de intersecţie ale sondelor cu stratul având următoarele coordonate:

$$a\,(x_1=+121;\; y_1=+205;\; z_1=-30)$$
$$b\,(x_2=+169;\; y_2=+223;\; z_2=-44)$$
$$c\,(x_3=+136;\; y_3=+265;\; z_3=-70).$$

Să se determine unghiul de direcţie α şi unghiul de înclinare δ al stratului.

Metoda grafică. Se reportează pe plan, la o scară anumită, punctele, prin coordonatele lor, şi se notează lângă ele cotele lor (fig. 92). Se obţine astfel o porţiune din strat în formă de triunghi, în limitele căruia se consideră suprafaţa stratului plană. Se construeşte întâi direcţia stratului. Pentru aceasta este destul să se găsească, în limitele triunghiului *abc*, două puncte cu aceeaşi cotă. Pentru unul se va lua punctul dat *b* (*—44*), iar al doilea punct, cu aceeaşi cotă, se va găsi pe dreapta *a* (*—30*), *c* (*—70*). Se duce din punctul *a* perpendiculara *aa*, pe *ac*, cu lungimea egală cu diferenţa dintre cotele *b* şi *a* (44—30 = 14), şi în punctul *c*, perpendiculara cc_1 pe *ca*, cu lungimea egală cu diferenţa dintre cotele *c* şi *b* (70—44 = 26), dusă în sens opus. Se obţin punctele a_1 şi b_1. Dreapta care le uneşte, a_1c_1, se împarte în segmente proporţionale cu diferenţele dintre cote (14 şi 26); rezultă că punctul *f* va avea aceeaşi cotă ca şi punctul *b* şi, deaceea, dreapta *fb* este direcţia căutată a stratului (înclinarea stratului este la dreapta direcţiei stratului). Măsurând cu raportorul unghiul α (*fb*), se obţine azimutul direcţiei egal cu 356°. Se coboară

Scanned with CamScanner

din punctul c perpendiculara cg pe dreapta fb. Dreapta astfel obţinută gc este proiecţia liniei de înclinare a stratului, iar gc' este mărimea adevărată a liniei de înclinare, între curbele de nivel (—44) şi (—70), dacă dreapta cc' este perpendiculară pe cg şi este egală cu diferenţa dintre cotele c şi g. Unghiul δ dintre dreapta gc' şi proiecţia ei orizontală gc este unghiul de înclinare δ al stratului. In exemplul de mai sus, $\delta = 33^0$. Aceasta rezultă din faptul că triunghiul gcc', din fig. 92 reprezintă, desfăşurat în planul desenului, secţiunea verticală a stratului după linia gc.

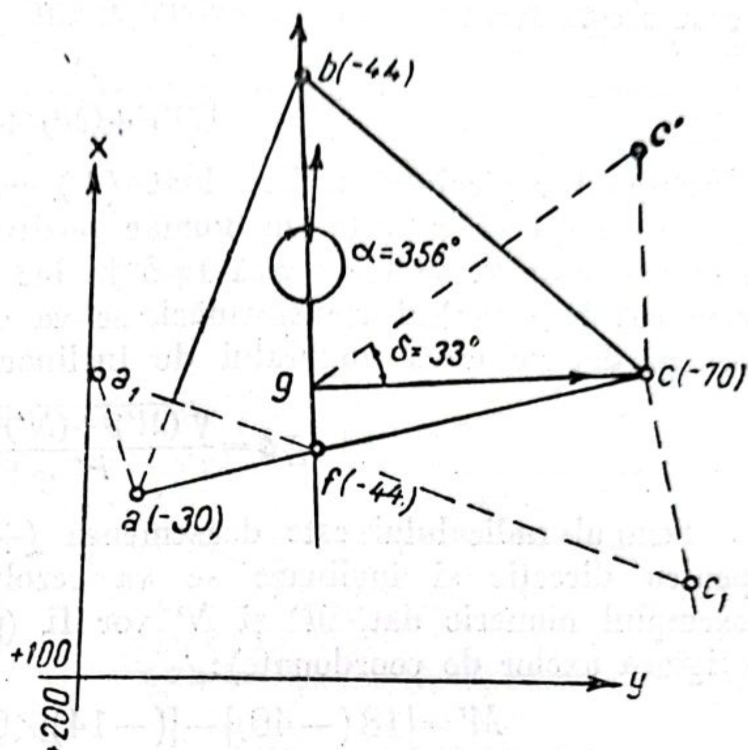


Fig. 92

M e t o d a a n a l i t i c ă. S'a văzut mai sus că planul dat prin coordonatele a trei puncte, unul dintre puncte fiind situat la originea coordonatelor, este exprimat analitic prin ecuaţia:

$$M'x+N'y+P'z=0. \tag{a}$$

In problema propusă trebue să se determine azimutul direcţiei α şi înclinarea δ. Intrucât linia de direcţie este linia de intersecţie a stratului cu planul orizontal, ea trebue să satisfacă atât ecuaţia (a), cât şi ecuaţia planului orizontal iniţial:

$$z=0. \tag{b}$$

Cele două ecuaţii (a) şi (b), care exprimă direcţia, se vor scrie sub forma:

$$M'x+N'y=0. \tag{c}$$

Azimutul ei din ultima ecuaţie se va determina ca fiind coeficientul unghiular al dreptei, şi anume:

$$\operatorname{tg}\alpha=\frac{-M'}{N'}. \tag{2.33}$$

Atribuirea semnului minus la coeficientul lui x permite să se determine α. Semnul minus al coeficientului x pentru valorile pozi-

Scanned with CamScanner

tive ale coeficientului lui z se obţine din ecuaţia normală a acoperişului sau a culcuşului stratului. Pentru determinarea unghiului δ se foloseşte formula din geometria analitică:

$$\cos \delta = \frac{P'}{\sqrt{(M')^2+(N')^2+(P')^2}}. \qquad (2.34)$$

Semnul radicalului trebue luat (+) pozitiv, deoarece δ este un unghi ascuţit şi P' este un număr pozitiv. Pentru unghiurile mici este mai uşor să se folosească tg δ în loc de cos δ. Exprimând tg δ prin cos δ şi făcând transformări, se va obţine următoarea expresie pentru determinarea unghiului de înclinare al zăcământului:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\sqrt{(M')^2+(N')^2}}{P'}. \qquad (2.35)$$

Semnul radicalului este deasemenea (+). Din formulele obţinute pentru direcţie şi înclinare se va rezolva exemplul dat. Pentru exemplul numeric dat, M' şi N' vor fi (punctul este considerat în originea axelor de coordonate):

$$M' = [18(-40)] - [(-14)\times 60] = 120$$
$$N' = [48\times(-40)] - [(-14)\times 15] = 1\,710.$$

Inlocuindu-le în formulă, se obţine α:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{-M'}{N'} = \frac{-120}{1\,710} = -0{,}070$$

sau

$$\alpha = -4° = 356°.$$

Pentru determinarea unghiului δ se va calcula, pentru exemplul dat, valoarea lui P':

$$P' = (48\times 60) - (18\times 15) = 2\,610.$$

Inlocuind în formulă valorile găsite pentru M', N' şi P', se obţine δ:

$$\cos \delta = \frac{P'}{\sqrt{(M')^2+(N')^2+(P')^2}} = \frac{2\,610}{\sqrt{120^2+1\,710^2+2\,610^2}} = \frac{2\,610}{3\,112} = 0{,}837$$

sau

$$\delta = 33°18'.$$

6. DETERMINAREA DIRECŢIEI ŞI A INCLINĂRII ZĂCĂMÂNTULUI, PE BAZA APARIŢIEI LUI IN PEREŢII UNEI LUCRĂRI MINIERE VERTICALE

Lucrările miniere verticale, care intersectează stratul (puţ, puţ de explorare, suitoare, rostogol) pot fi, după forma secţiunii, dreptunghiulare, circulare sau eliptice. Deaceea, apariţiile stratului în

Scanned with CamScanner

pereţii lucrării miniere verticale vor avea forma patrulateră sau eliptică (în anumite cazuri, circulară). După aceste apariţii, se pot face direct determinările unghiurilor α şi δ, după cum a fost descris mai sus. In lucrările miniere, nu este totdeauna uşor, iar în anumite condiţii, este chiar imposibil, să se poată determina linia de direcţie şi de înclinare a stratului. Este mai simplu să se măsoare elementele aşezării a două direcţii oarecare, din planul stratului deschis prin lucrarea minieră, operaţie care se efectuează, deobicei, cu ajutorul sforii şi apoi, în birou, să se facă determinările unghiurilor α şi δ. Măsurarea unghiului de direcţie α şi a celui de înclinare δ ale direc-

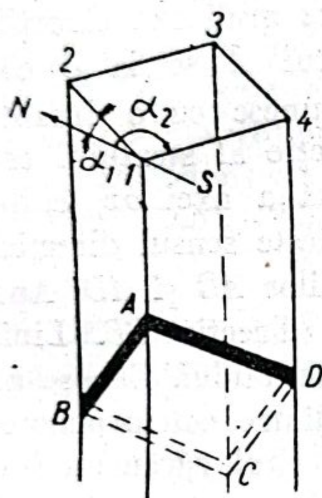


Fig. 93

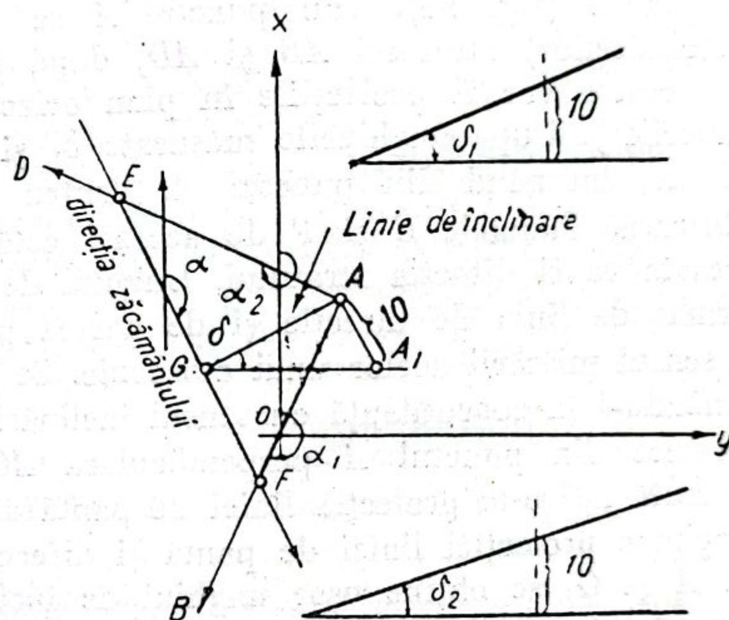


Fig. 94

ţiilor arătate se face cu ajutorul busolei suspendate şi cu eclimetrul. Azimutul magnetic obţinut α_m al direcţiei stratului se transformă, după cum s'a arătat mai sus, în unghi de direcţie.

Zăcămîntul este deschis cu o lucrare minieră verticală cu secţiunea dreptunghiulară. Fie zăcămîntul deschis cu un puţ de explorare cu secţiunea dreptunghiulară (fig. 93) de contur *ABCD*. Pentru determinarea unghiurilor α şi δ ale zăcămîntului, sunt suficiente apariţiile de zăcămînt în doi pereţi vecini ai puţului, de exemplu în pereţii *1—2* şi *1—4*, întrucât planul se determină cu două drepte, care se intersectează. Rezultă că, în teren, trebue să se determine unghiul de direcţie şi de înclinare ale două apariţii de zăcămînt, de exemplu *AB* şi *AD*. Azimuturile direcţiilor (sensul lor se ia înspre înclinarea apariţiilor) se pot măsura la suprafaţă, după pereţii gurii puţului *1—2* şi *1—4*, întrucât apariţiile stratului se află în planele acestor pereţi. In plus, dacă secţiunea puţului este perfect dreptunghiulară, este destul să se determimine direcţia α_1 a

Scanned with CamScanner

unui singur perete, al puţului, de exemplu a peretelui *1—2*, iar direcţia α_2, după peretele puţului *1—4*, va fi egală cu α_1+90^0. Poziţia pereţilor puţului poate fi determinată la suprafaţă, prin ridicare. Rămâne de stabilit în puţ, cu ajutorul busolei miniere sau al eclimetrului, δ_1 şi δ_2 unghiurile de înclinare ale apariţiilor zăcământului *AB* şi *AD*, după care, printr'o prelucrare corespunzătoare (analitic sau grafic) se găsesc valorile unghiului α şi δ ale (stratului) zăcământului.

Metoda grafică. La determinarea grafică a unghiurilor α şi δ se face următoarea construcţie. Se raportează un punct *A* oarecare pe planşă (fig. 94). Din punctul *A* se duc direcţiile apariţiilor (deschiderilor) stratului *AB* şi *AD*, după unghiurile măsurate α_1 şi α_2. Acestea vor fi proiecţiile în plan orizontal, ale apariţiilor (deschiderilor). După unghiurile măsurate δ_1 şi δ_2, se gradează direcţiile arătate, începând din punctul *A*. Pentru punctul *A* se ia o cotă arbitrară. Punctele *E* şi *F* de aceeaşi cotă se unesc cu o dreaptă. Aceasta va fi direcţia stratului. Unghiul de direcţie al stratului este format de linia de direcţie şi de partea pozitivă a axei *ox*, citind în sensul mişcării acelor unui ceasornic. Se stabileşte sensul direcţiei, punându-l în concordanţă cu sensul înclinării liniilor *AB* şi *AD*. Apoi se duce din punctul *A* perpendiculara *AG* pe direcţia *EF*. Linia obţinută *AG* este proiecţia liniei de pantă a zăcământului. Cunoscând lungimea proiecţiei liniei de pantă şi diferenţa dintre cotele punctelor *A* şi *G*, se obţine uşor unghiul de înclinare δ al zăcământului. Deaceea, se ia din *A*, perpendicular pe *AG*, un segment de dreaptă (AA_1 egal cu diferenţa dintre cotele punctelor *A* şi *G*). Se duce ipotenuza între punctele A_1 şi *G*. Unghiul AGA_1 este egal cu δ.

Fig. 94 reprezintă rezolvarea grafică a problemei, pentru următoarele date: $\alpha_1=205^0$, $\delta_1=21^0$; $\alpha_2=\alpha_1+90^0=295^0$ şi $\delta_2=17^0$.

Pentru determinarea analitică a unghiurilor de înclinare şi de direcţie se folosesc formulele deduse mai sus, şi anume:

1. unghiul de direcţie $\alpha=\alpha_1+\alpha'$; $\operatorname{tg}\alpha=\dfrac{-M'}{N'}$;

2. unghiul de înclinare $\cos\delta=\dfrac{P'}{\sqrt{(M')^2+(N')^2+(P')^2}}$

$$\text{sau } \operatorname{tg}\delta=\frac{\sqrt{(M')^2+(N')^2}}{P'},$$

în care: *M'*, *N'* şi *P'*, se determină din expresiile (2.6), unde

$$M'=\sin\delta_1\cos\delta_2;$$
$$N'=\cos\delta_1\sin\delta_2;$$
$$P'=\cos\delta_1\cos\delta_2.$$

Scanned with CamScanner

In cazul dat, în planul deschis al stratului, s'au putut lua două direcţii oarecare (două sfori care se intersectează); se măsoară elementele aşezării lor (direcţia şi înclinarea) cu ajutorul busolei suspendate şi eclimetrul şi apoi se determină, grafic sau analitic, unghiul de direcţie şi unghiul de înclinare ale stratului.

La determinarea înclinării şi a direcţiei stratului în deschiderea făcută la o lucrare minieră verticală, cu secţiunea circulară sau eliptică, problema se soluţionează la fel. In acest caz, desvelirea zăcământului are o formă eliptică, iar în cazuri speciale, forma unui cerc (fig. 95).



Fig. 95

Pentru determinarea lui α şi δ din lucrarea minieră este destul să se măsoare direcţiile α_1 şi α_2 şi unghiurile de înclinare δ_1 şi δ_2 ale două direcţii oarecare (de exemplu ale ambelor sfori) *AB* şi *AC* din planul apariţiilor zăcământului, după care α şi δ se determină grafic, aşa cum este reprezentat în fig. 94, sau se calculează cu formulele (2.5), (2.33), (2.34) şi (2.35), arătate mai sus.

7. DETERMINAREA DIRECŢIEI ŞI A INCLINĂRII ZĂCĂMÂNTULUI DUPĂ APARIŢIILE ACESTUIA INTR'O GALERIE TRANSVERSALĂ

Din consideraţii explicabile, transversala se plasează perpendicular pe direcţia zăcământului. Dacă această condiţie ar fi strict respectată, elementele aşezării apariţiilor zăcământul în pereţii şi talpa (tavanul) galeriei ar fi fost unghiurile căutate ale înclinării şi direcţiei zăcământului. In adevăr, în acest caz, deschiderea stratului în talpă (sau tavanul) galeriei ar da direcţia stratului, iar apariţia zăcământului în pereţii galeriei ar da înclinarea lui. Insă, deoarece la săparea transversalei se folosesc datele din lucrările vecine din acelaşi zăcământ, unde se cunosc direcţia şi înclinarea zăcământului, în punctul de intersecţie al lucrării miniere cu zăcământul, elementele de aşezare a zăcământului pot să fie altele, şi transversala va deschide zăcământul pe direcţia oblică. In acest caz, deschiderea în vatră sau în tavan va da direcţia stratului, însă apariţiile zăcământului în pereţii galeriei vor da un unghi de înclinare mai mic, faţă de orizont, decât înclinarea reală a zăcământului. Insă şi în cazul de faţă, problema găsirii unghiurilor α şi δ trebue rezolvată prin metoda sforilor care se intersectează ,adică la fel ca la apariţiile stratului în lucrările miniere verticale. In adevăr ,aici, transversala deschide stratul pe o suprafaţă oarecare, în conturul *1-2-3-4* (fig 96, *a*). In planul conturului ,se întind două sfori, de exemplu între punctele

A, B şi *C, D*. Se măsoară elementele aşezării lor ($\alpha_1\delta_1$ şi $\alpha_2\delta_2$) cu busola suspendată şi cu eclimetrul. Apoi se calculează, după metoda grafică cunoscută, valorile unghiurilor α şi δ. ale stratului. Construcţia grafică este reprezentată în fig. 96, *b*. Mersul construcţiilor nu necesită explicaţii. Măsurarea azimutelor magnetice ale direcţiilor alese (a celor două sfori), trebue urmată de determinarea, pe o direcţie oarecare din sectorul de observaţie, a diferenţei dintre azimutul geografic cunoscut din ridicarea topografică minieră şi azimutul magnetic al acestei direcţii; aceasta trebue să se facă pentru trecerea dela azimutul magnetic al direcţiei stratului la azimutul geografic.

Fig. 96

In planele topografice miniere, direcţia zăcământului se fixează prin poziţia lucrărilor miniere orizontale, (galerii) executate în zăcământ. Cu toate că galeriile se fac cu pantă pentru scurgerea apelor şi pentru transport ,mărimea pantei este neînsemnată, încât pentru lungimi mai mari, direcţia galeriilor va coincide, în plan, cu direcţia zăcământului. Distanţa în plan orizontal, între galerii, caracterizează mărimea unghiului de înclinare al zăcământului (stratului). Insă pentru precizia mai mare a reprezentării condiţiilor de înclinare ale zăcământului trebue să se înscrie, cât mai des, unghiurile de înclinare, iar pentru aceasta, trebue să se facă sistematic măsurarea lor. Cunoaşterea direcţiei şi a înclinării zăcământului în diferite puncte este necesară pentru rezolvarea anumitor probleme geometrice care sunt legate de executarea lucrărilor miniere de explorare geologică şi de construcţii miniere, cum şi pentru reprezentarea generală a condiţiilor de zăcământ. Justeţea plasării lucrărilor miniere de deschidere şi de pregătire depinde de cunoaşterea perfectă a elementelor de aşezare ale zăcământului .

Scanned with CamScanner

8. DETERMINAREA GROSIMII STRATULUI

Grosimea face parte dintre elementele geometrice, de bază, care caracterizează stratul sau rocele. Deac ea, în toate desvelirile naturale sau artificiale se măsoară sistematic grosimile stratelor de substanţe minerale utile şi a rocelor înconjurătoare. Măsurătorile directe ale grosimii lor în punctele accesibile se fac cu o panglică de pânză, cu citirile până la un centimetru. Măsurarea grosimii stratelor din carotă se face cu o linie gradată.

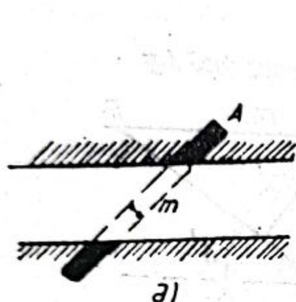




Fig. 97

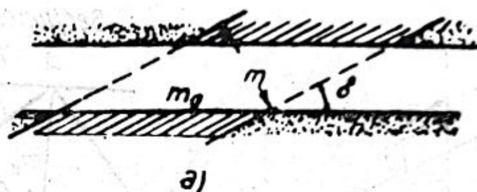




Fig. 98

Grosimea stratelor se măsoară pe normala la stratificaţie, sau în lungul axei lucrării miniere de străpungere. In primul caz, se numeşte grosimea pe normală sau numai grosimea stratului şi se notează cu m.

In funcţie de direcţia lucrării miniere, care străpunge stratul, grosimea poate fi măsurată:

a) pe verticală — m_v;

b) pe direcţia orizontală, transversal faţă de direcţia rocelor — m_0;

c) pe direcţia orizontală (oblică), m_0';

d) pe o direcţie oarecare (oblică) faţă de aşezarea rocelor — m_k;

In cazul grosimii mici a stratului întâlnit în lucrările miniere de străpungere (transversală, puţ, puţ de explorare, suitoare), se pot măsura direct grosimea normală (m), cea orizontală (m_0) şi cea verticală (m_v) a stratului (fig. 97).

In lucrările miniere orizontale ,când grosimea stratului este mare, se poate măsura direct numai grosimea oarizontală m_0 (fig. 98, *a*) şi în lucrările miniere (verticale) — grosimea verticală m_v (fig. 98, *b*).

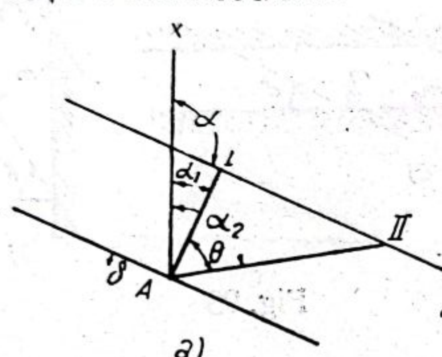
La un contact precis şi la conturarea lui simplă, de exemplu la stratele de cărbuni, grosimea acestor strate se măsoară destul de precis în lucrările miniere şi mai puţin precis în sondele de foraj, cu carotajul redus. La un contact complex, neprecis sau convenţional (zăcămintele de bauxită), determinarea grosimii se face mai puţin precis. La aceasta este importantă expresia relativă a erorii de

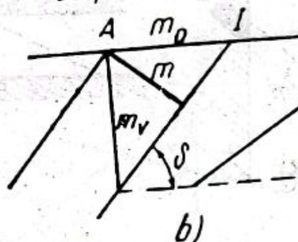
determinare a grosimii. Cu cât este mai mare grosimea stratului, cu atât este mai mică eroarea relativă comisă la măsurare, şi invers. Variaţiile medii se pot considera în limitele dela 1 până la 2%.

La rezolvarea multor probleme trebue să se transforme grosimile măsurate în grosimi normale sau în grosimi după direcţiile date.

Precizia măsurării obţinute şi cea cerută admite aplicarea, în măsură egală, atât a metodei grafice, cât şi a celei analitice de determinare a valorilor căutate.

Se va insista asupra transformării reciproce a grosimilor măsurate, pe diferite direcţii. Această problemă se rezolvă la fel pentru un strat, o fâşie, o intercalaţie şi un pachet de strate.





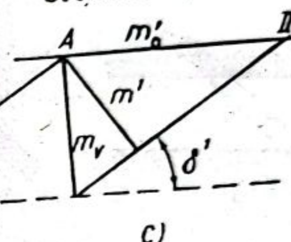


Fig. 99

In fig. 99, *a* este reprezentată secţiunea orizontală a unui strat, având unghiul de direcţie α şi unghiul de înclinare δ. Se construesc două secţiuni verticale ale stratului, după direcţiile *A-I* şi *A-II*. Secţiunea *A-I* este transversală pe direcţia stratului, iar secţiunea *A-II* se găseşte sub un unghi $\theta=\alpha_2-\alpha_1$, faţă de sensul transversal pe direcţia stratului.

Secţiunile amintite sunt reprezentate în fig. 99, *b* şi 99, *c*. In planul secţiunii *A-I* avem: grosimea orizontală m_0, grosimea verticală m_v şi cea normală m a stratului şi a unghiului ei de înclinare (δ) faţă de orizont. Intre grosimile arătate, după cum rezultă din fig. 99, *b*, există următoarea relaţie simplă:

$$m=m_v \cos \delta, \tag{2.36}$$

$$m=m_0 \sin \delta. \tag{2.37}$$

In planul secţiunii *A-II* (fig. 99, *b*), corespunzător, avem:

m_0' — grosimea orizontală a stratului în secţiunea dată;

m' — distanţa pe normală între urmele acoperişului şi culcuşului stratului, în secţiune verticală;

m_v — grosimea verticală a stratului în aceeaşi secţiune.

Pentru determinarea grosimii, se reportează una dintre grosimile arătate din secţiunile *A-I* şi *A-II* faţă de punctul *A* al acoperişului stratului.

Scanned with CamScanner

Din fig. 99, *b* şi 99, *c* rezultă că grosimea verticală m_v este aceeaşi în ambele secţiuni. Prin urmare m_v în punctul dat, rămâne constant, pentru orice secţiune verticală. Această particularitate uşurează rezolvarea problemei de transformare a grosimii dela o direcţie la alta, deoarece permite să se treacă uşor dela o secţiune la alta, folosind mărimea m_v.

Din fig. 99, *a* rezultă, deasemenea, că $\overline{A\text{-}I} = \overline{A\text{-}II} \cos \Theta$ sau

$$m_0 = m_0' \cos \Theta = m_0' \sin (\alpha_2 - \alpha_1). \qquad (2{,}38)$$

Să se analizeze rezolvarea problemei aplicabilă la condiţiile plasării lucrărilor miniere transversale pe o direcţie oarecare (oblică).

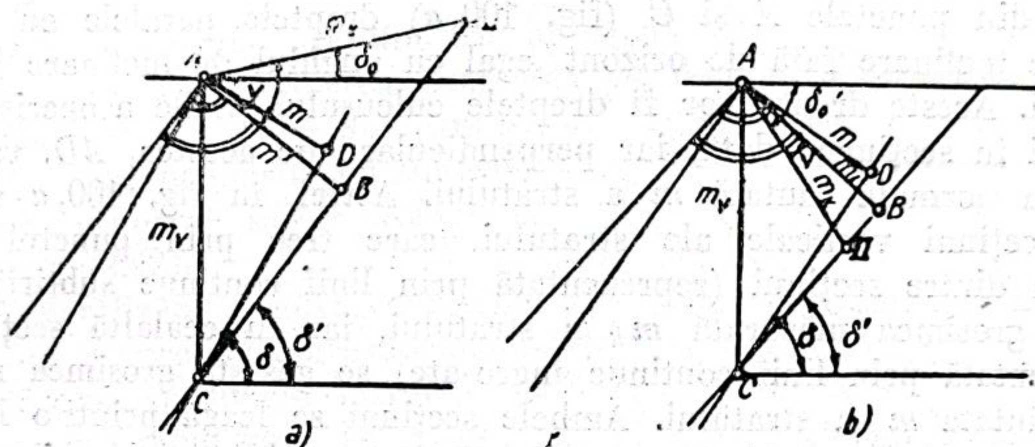


Fig. 100

Fie un şanţ de explorare, plasat după o direcţie oarecare α_0, deviat dela direcţia transversală cu unghiul Θ, care a desvelit stratul pe porţiunea $\overline{A\text{-}II}$. Unghiul de înclinare al şanţului faţă de orizont este δ_0. Se construeşte secţiunea verticală dealungul şanţului (fig. 100, *a*).

Grosimea stratului măsurată în şanţ este $m_k = \overline{A\text{-}II}$.

Patrulaterul format *AIIBC* este în planul secţiunii arătate. Pentru construcţia lui, trebue să avem m_k, δ_0 şi δ'. Primele două mărimi au fost măsurate direct. Unghiul de înclinare δ' al stratului, în secţiunea verticală făcută dealungul şanţului, se calculează folosind unghiul de direcţie α şi de înclinare δ ale stratului. Unghiul $\delta' < \delta$. Unghiul δ' se calculează grafic astfel:

a) cu unghiurile α şi δ se construesc două orizontale oarecare ale planului stratului;

b) între aceste două orizontale se duce o dreaptă după direcţia α_0 (direcţia axei şanţului);

c) se calculează apoi unghiul de înclinare δ' al stratului, dealungul acestei drepte, după mărimea proiecţiei dreptei şi după diferenţa de cote dintre punctele dela capetele ei.

Analitic, δ' se poate obţine din expresia:

$$\operatorname{tg} \delta' = \operatorname{tg} \delta \cos \Theta = \operatorname{tg} \delta \sin (\alpha - \alpha_0). \qquad (2{,}39)$$

Scanned with CamScanner

Secţiunea verticală dealungul şanţului se construeşte astfel. Din punctul A (fig. 100, *a*) al acoperişului stratului, sub unghiul de înclinare δ_0 al şanţului, se duce grosimea stratului m_k, măsurată „oblic". Apoi, din punctul II, sub unghiul de înclinare δ' faţă de orizont, se duce urma culcuşului stratului. Din punctul A se duce o verticală până la intersecţia ei cu culcuşul stratului în punctul C. Grosimea pe verticală a stratului este $\overline{AC} = m_v$. Ducând prin punctul A o dreaptă paralelă la IIC, se obţine secţiunea stratului în secţiunea verticală dată (liniile continue subţiri).

Cunoscând unghiul de înclinare δ al stratului, se construeşte uşor secţiunea lui verticală transversală faţă de direcţie. Pentru aceasta, se duc din punctele A şi C (fig. 100, *a*) dreptele paralele cu unghiul de înclinare faţă de orizont ,egal cu unghiul de înclinare δ al stratului. Aceste drepte vor fi dreptele culcuşului şi ale acoperişului stratului în secţiunea dată, iar perpendiculara pe acestea, AD, va fi grosimea normală căutată m a stratului. Astfel, în fig. 100, *a* sunt două secţiuni verticale ale stratului, care trec prin punctul A. Intr'una dintre secţiuni (reprezentată prin linii continue subţiri) se găseşte grosimea măsurată m_k a stratului, iar în cealaltă secţiune (reprezentată prin linii continue îngroşate) se găseşte grosimea normală căutată m a stratului. Ambele secţiuni se leagă printr'o linie comună, grosimea verticală m_v. Rezultă că problema trecerii dela o grosime m_k a stratului la alta m, se rezolvă construind două secţiuni verticale, care trec prin punctul A al acoperişului stratului, dintre care o secţiune trece în lungul lucrării miniere, iar cealaltă, transversal pe direcţia rocelor.

Din prima secţiune se obţine grosimea verticală m_v a stratului. Din a doua, se determină grosimea normală m a stratului, folosind grosimea verticală m_v obţinută şi unghiul de înclinare δ.

Pentru obţinerea rezultatului cu precizia cerută, construcţia se face la scara care se determină prin expresia (2.1').

Trecerea dela m_k la m se poate efectua şi prin calcul. Pentru aceasta se exprimă întâi relaţia dintre m_k şi m. Din fig. 100, *a* rezultă că, pentru determinarea grosimii m din triunghiul dreptunghic ADC, este necesar să se cunoască m_v. Ultima se obţine uşor din triunghiul dreptunghic ABC, unde $\overline{AB} = m'$ şi care, la rândul său, se obţine din triunghiul dreptunghic $AIIB$.

Astfel:

din $\triangle AIIB$ se obţine $\quad m' = m_k \cos \nu, \quad$ (a)

unde $\quad \nu = \delta_0 + (90° - \delta'); \quad$ (2.40)

din $\triangle ABC$ se obţine $\quad m_v = \dfrac{m'}{\cos \delta'} = m' \sec \delta'; \quad$ (b)

din $\triangle ADC$ se obţine $\quad m = m_v \cos \delta. \quad$ (c)

Scanned with CamScanner

Folosind formulele (a), (b), (c) şi exprimând pe m prin m_k, se va obţine definitiv:

$$m = m_k \cos \nu \sec \delta' \cos \delta. \qquad (2.41)$$

In loc de şanţ, poate fi luată o sondă înclinată, plasată în jos. Se ia o sondă înclinată, plasată în jos (fig. 100, *b*) şi care străpunge oblic grosimea rocelor, faţă de direcţia lor. Rezolvarea analitică şi grafică a problemei este analoagă cu cea studiată mai sus, şi anume: din $\triangle AHB$ se determină m'; din $\triangle ABC$ se obţine m_ν, şi din $\triangle ADC$ vom avea $\overline{AD} = m$. Expresia (2.41) va fi valabilă şi în acest caz. Numai unghiul ν, după cum rezultă din fig. 100, *b* va fi:

$$\nu = \delta_0 - (90° - \delta') \qquad (2.42)$$

Din cele expuse rezultă că, în cazul când lucrarea minieră de străpungere are înclinarea conformă cu înclinarea stratului, unghiul ν trebue să se obţină din expresia (2.40). Dacă înclinările nu sunt conforme, urmează să se folosească formula (2.42).

Generalizând rezolvarea problemei de trecere dela grosimea măsurată m_m, în lungul lucrării miniere de străpungere, la grosimea normală m se poate exprima formula transformării astfel:

$$m = m_m \cdot \cos \varphi, \qquad (2.43)$$

în care m_m, în exemplele concrete, se va exprima prin mărimile m_ν, m_0, m_0' şi m_k, iar $\cos \varphi$, corespunzător prin $\cos \delta$, $\sin \delta$ ($\sin \delta \cos \theta$) şi ($\cos \nu \sec \delta' \cos \delta$). Unghiul φ, numit şi unghi de transformare reprezintă, în adevăr, unghiul format de axa lucrării miniere de străpungere şi normala la planul stratificaţiei.

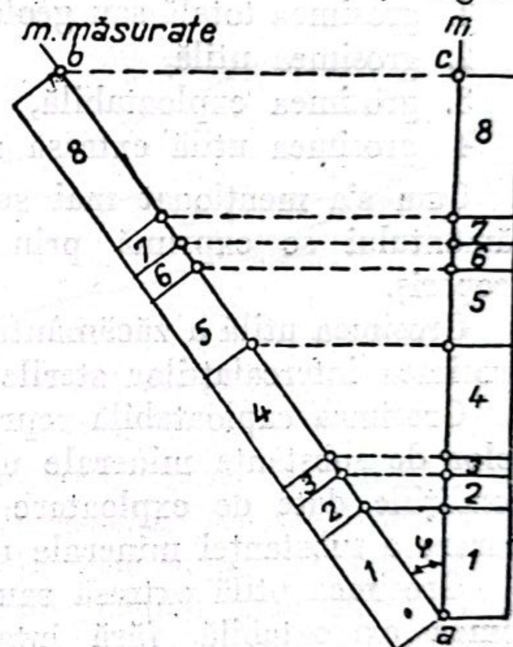


Fig. 101

Expresia (2.43) poate fi folosită la construirea secţiunii normale a rocelor, după grosimea măsurată a acestor roce, în lungul lucrării miniere de străpungere.

Construcţia arătată se rezumă la următoarele. Calculând din condiţiile problemei unghiul φ, se construeşte sub acest unghi o dreaptă, ab, oblică faţă de verticala ac (fig. 101). In lungul acesteia, se aşează succesiv grosimile rocelor măsurate în lucrarea minieră de străpungere m_m: *1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8*. Astfel, se obţine coloana secţiunilor rocelor după lucrarea minieră de străpungere. Proiectând segmentele (gro-

Scanned with CamScanner

similor măsurate) de pe $\overline{ab}$ pe $\overline{ac}$, se vor obține grosimile normale ale rocelor arătate, sau secțiunea normală a lor.

Practic, se naşte des problema (de exemplu la proiectarea lucrărilor miniere) trecerii dela grosimea normală, la grosimea după o direcție dată. Rezolvarea ei, ca o problemă inversă, nu prezintă greutăți, deoarece problema directă a fost analizată destul de amănunțit.

In cele expuse mai înainte s'a ținut seamă de grosimea totală a stratului, ca fiind distanța dintre culcuş şi acoperiş, într'o direcție sau alta, fără a lua în considerație structura stratului. La calculul rezervelor substanței minerale utile, calculul producției şi rezolvarea unei serii de alte probleme miniere tehnice trebue să se ia în considerație şi structura stratului.

Deaceea, afară de nomenclatura grosimilor de mai sus, există şi o subdiviziune tehnologică a lor:

1. grosimea totală sau geologică,
2. grosimea utilă,
3. grosimea exploatabilă,
4. grosimea utilă extrasă sau calculabilă.

Cum s'a menționat mai sus, grosimea totală sau geologică a zăcământului se exprimă prin distanța pe normală între culcuş şi acoperiş.

Grosimea utilă a zăcământului este egală cu grosimea totală, minus grosimea intercalațiilor sterile incluse.

Grosimea exploatabilă reprezintă suma grosimilor extrase ale stratelor de substanțe minerale utile şi ale intercalațiilor sterile, pentru condițiile date de exploatare şi pentru schema tehnologică de preparare a substanței minerale utile.

Grosimea utilă extrasă sau grosimea de calcul este egală cu grosimea exploatabilă, fără intercalații sterile.

9. ADÂNCIMEA AŞEZĂRII ZĂCĂMÂNTULUI

Adâncimea aşezării zăcământului este factorul geometric care se întâlneşte, în permanență, la rezolvarea problemelor de bază ale mineritului şi reprezintă distanța pe verticală dela zi până la zăcământ. Executarea lucrărilor miniere verticale până la zăcământ cere o imagine clară a adâncimii zăcământului în orice punct. Alegerea metodei de exploatare şi determinarea conturului lucrărilor la zi necesită cunoştințe asupra raportului dintre grosimea rocelor acoperitoare şi grosimea zăcământului, iar grosimea rocelor acoperitoare reprezintă adâncimea la care se găseşte zăcământul.

In problemele de explorare şi de topografie minieră, intră culegerea datelor, care caracterizează adâncimea la care se găseşte stratul, în orice punct al extinderii sale. O reprezentare completă

Scanned with CamScanner

a adâncimilor dă planul isoadâncimilor sau suprapunerea planului topografic al suprafeţei terenului cu planul hipsometric al acoperişului (ceeace va fi expus mai pe larg în partea III). In primul caz, adâncimea la care se află zăcământul în orice punct se citeşte direct pe plan după isoadâncimi. In al doilea caz, adâncimea la care se află zăcământul într'un punct oarecare este egală cu diferenţa cotelor faţă de suprafeţele topografice arătate.

In numeroase probleme întâlnite în practică, se pune problema determinării liniei de intersecţie a stratului cu suprafaţa, adică linia de afloriment (sau subaluviune). In multe cazuri, această problemă trebue rezolvată cu un număr limitat de date, care caracterizează direcţia şi înclinarea stratului. Adeseori, la prima aproximaţie trebue să ne limităm la o imaginare a stratului sub forma unui plan şi să rezolvăm problema prin construirea liniei de intersecţie a acestui plan cu suprafaţa terenului (sau cu contactul rocelor de bază cu cele de aluviune). Rezultă că problema se reduce la găsirea punctelor de intersecţie ale stratului cu suprafaţa terenului (sau suprafaţa rocelor de bază cu aluviunea), adică a punctelor unde adâncimea la care se află zăcământul este egală cu zero, sau egală cu grosimea aluviunilor.

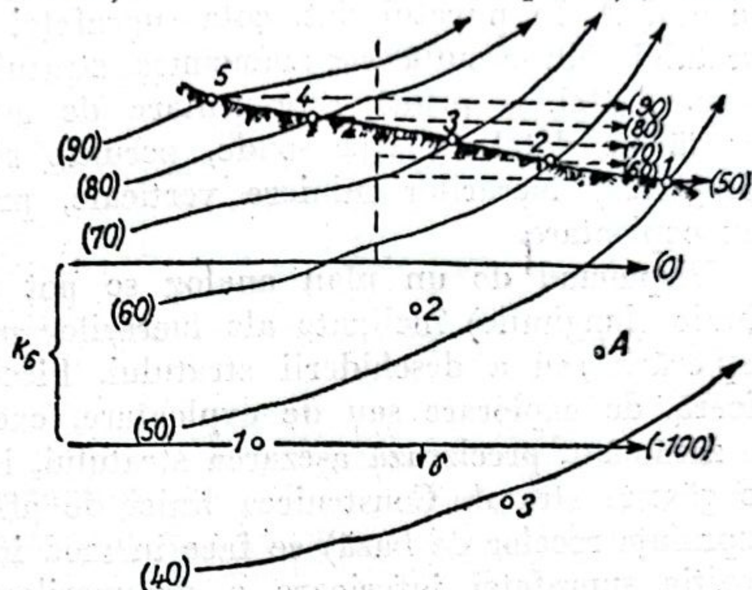


Fig. 102

Fie în fig. 102 reprezentată suprafaţa unei porţiuni de teren, cu curbele sale de nivel, în limita căreia, după datele de sondaje *1, 2* şi *3* sunt construite isohipsele (curbele de nivel) acoperişului stratului de cotă *0* şi — *100*. Presupunând că suprafaţa stratului este plană, se construesc curbele de nivel ale stratului, egale cu curbele de nivel ale suprafeţei terestre. Acestea vor fi curbele de nivel de cotă *60, 70, 80* şi *90*, reprezentate punctat în fig. 102. Punctele lor de intersecţie cu curbele de nivel corespunzătoare dela suprafaţa terenului vor *fi 1, 2, 3, 4, 5* cele căutate, care se găsesc pe aflorimentul stratului la suprafaţă. Linia de intersecţie a stratului cu suprafaţa terenului (sau subaluviune) constitue limita naturală a câmpului minier, iar la explorări, este limita, după care nu mai are sens să se execute lucrări de explorare. Linia de afloriment a stratului se poate construi în desen cu ajutorul metodei secţiunilor

verticale. In acest caz, se construesc întâi o serie de secţiuni verticale, transversal pe direcţia stratului. In aceste secţiuni, din datele planului topografic al porţiunii de teren în cauză şi din datele obţinute din lucrările miniere de explorare şi de exploatare se indică profilul suprafeţei terestre şi a stratului şi se obţin punctele lor de intersecţie. Punctele arătate se trec pe plan şi se construeşte după ele proiecţia liniei de aflorimont.

După cele reprezentate în fig. 102, este uşor să se determine adâncimea la care se află stratul în orice punct, de exemplu în punctul *A*. In punctul dat, cota suprafeţei terestre este 45, iar cota stratului, 50; rezultă că adâncimea stratului în punctul *A* este de 95 m. Astfel, o primă reprezentare de aşezare în loc a stratului, bazată pe datele a trei sonde, permite să se calculeze adâncimea (lungimea) lucrărilor miniere verticale, proiectate pentru explorare sau exploatare.

Dispunând de un plan analog se pot proiecta şi calcula adâncimile (lungimile) înclinate ale lucrărilor miniere trasate, în vederea explorării sau a deschiderii stratului. Fiecare lucrare minieră ulterioară, de explorare sau de exploatare, executată spre zăcământ sau în zăcământ, precizează aşezarea stratului, incluziv adâncimile la care se găseşte stratul. Construirea liniei de afloriment sub aluviuni (pe suprafaţa rocelor de bază) se face în mod identic, dacă este cunoscută poziţia suprafeţei inferioare a depunerilor aluvionare. Mai simplu, se construeşte linia de ieşire a stratului în orizontul proiectat. In acest caz, problema se reduce la construirea punctelor suprafeţei stratului, care au aceeaşi cotă cu cota orizontului proiectat.

§ 4. TRASAREA LUCRARILOR MINIERE PANA LA ZACAMANT ŞI IN ZACAMANT (LUCRARI MINIERE DE DESCHIDERE ŞI PREGATIRE)

1. TRASAREA LUCRARILOR MINIERE VERTICALE PANA LA ZACAMANT

In punctul *A* $(x_1y_1z_1)$ sunt cunoscute unghiul de direcţie α şi unghiul de înclinare δ. Din punctul *B* $(x_2y_2z_2)$, dela suprafaţă până la zăcământ, trebue să se sape o lucrare verticală. Se cere să se determine adâncimea ei, dela gură până la acoperişul (sau culcuşul) zăcământului.

M e t o d a g r a f i c ă. Fie zăcământul reprezentat în plan (fig 103) prin două isohipse (z_1) şi $(z_1 - 50)$. Poate fi luată şi altă secţiune a cotelor, ca depinde de unghiul de înclinare al zăcământului. Pentru a obţine lungimea lucrării miniere verticale *H*, se va executa prin lucrare, transversal faţă de direcţia zăcământului, o secţiune verticală, după direcţia $B - B_1$. Această secţiune este reprezentată în fig. 104, unde dreapta $\overline{BK}$ este mărimea căutată *H*. Cunoscând scara

desenului, este uşor să se obţină valoarea numerică a lui H, exprimată în unităţi de lungime.

M e t o d a a n a l i t i c ă. Adâncimea H a lucrării miniere, cum rezultă din fig. 104, este:

$$H=(z_2-z_1)+h. \tag{2.44}$$

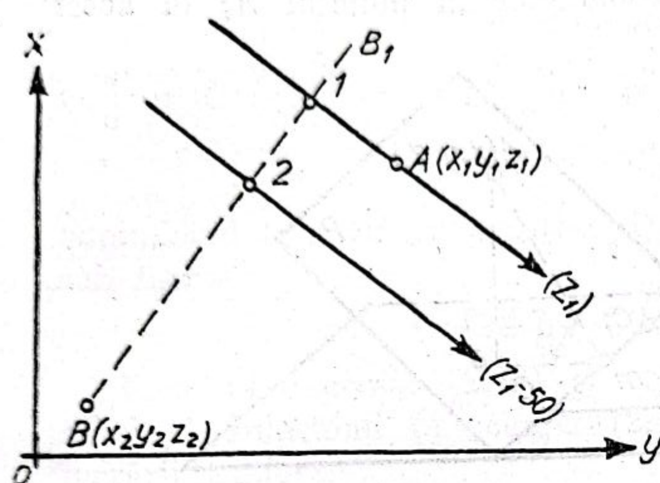


Fig. 103

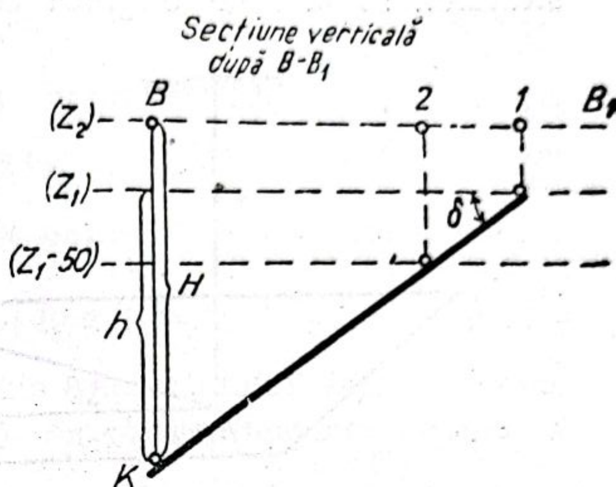


Fig. 104

Primul termen din membrul doi este cunoscut din datele problemei. Al doilea membru h se determină din ecuaţia normală a zăcământului:

$$Mx'+Ny'+z=0. \tag{2.45}$$

Aici, $z=h$. Rezultă:

$$h=-(Mx'+Ny'), \tag{2.46}$$

unde

$$M=-\sin\alpha \operatorname{tg}\delta,$$
$$N=+\cos\alpha \operatorname{tg}\delta,$$
$$x'=x_2-x_1,$$
$$y'=y_2-y_1.$$

2. TRASAREA UNEI LUCRARI MINIERE ORIZONTALE PANA LA ZACAMANT

Sunt două cazuri posibile de trasare a lucrării miniere: 1. perpendicular pe direcţia zăcământului şi 2. după o direcţie oblică. Se va analiza întâi primul caz.

Zăcământul este dat atât prin coordonatele punctului A $(x_1 y_1 z_1)$, cât şi prin direcţia şi înclinarea stratului α şi δ în acest punct. Se cere ca din punctul B $(x_2 y_2 z_2)$ să se traseze, perpendicular pe direcţia zăcământului, o lucrare minieră orizontală, BC (fig. 105), şi să se determine lungimea ei, $\overline{BC}$.

Problema se rezumă la calculul coordonatelor punctului C. Unghiul de direcție α_0 al lucrării miniere se determină ușor din condiția că, lucrarea minieră este perpendiculară pe direcția zăcământului, ceeace înseamnă că va diferi de α, cu 90^0.

Metoda analitică. Pentru a simplifica ecuația acoperișului stratului, se ia întâi originea coordonatelor în punctul A; în acest

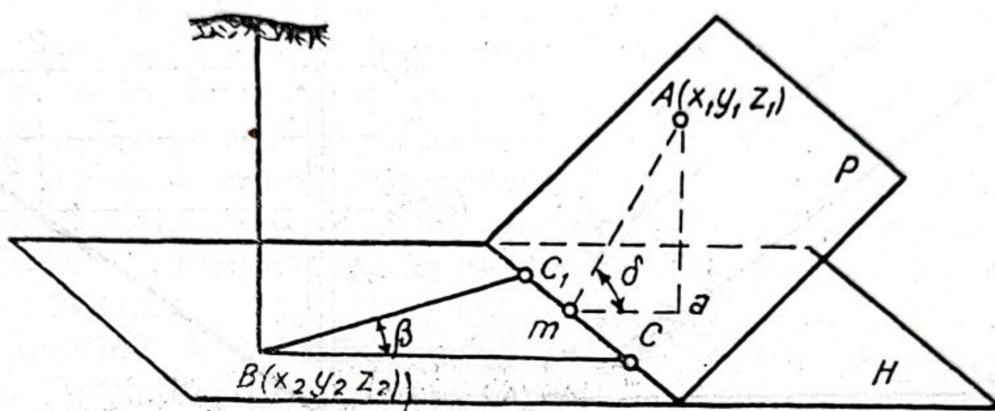


Fig. 105

caz, coordonatele punctului B vor fi: $x_0 = x_2 - x_1$; $y_0 = y_2 - y_1$; $z_0 = z_2 - z_1$, iar coordonatele punctului necunoscut C vor fi $x'y'z_0$. Determinând coordonatele punctului C, lungimea lucrării miniere se determină din ecuația cunoscută a dreptei care trece prin două puncte date:

$$BC = \sqrt{(x_0 - x')^2 + (y_0 - y')^2 + (z_0 - z_0)^2} = \sqrt{(x_0 - x')^2 + (y_0 - y')^2}. \tag{2.47}$$

Astfel, problema se reduce la calculul coordonatelor x' și y'. Se ia ecuația normală a acoperișului stratului, cu condiția ca originea coordonatelor să fie în punctul A

$$Mx + Ny + z = 0,$$

unde

$$M = -\sin\alpha \operatorname{tg}\delta,$$
$$N = \cos\alpha \operatorname{tg}\delta.$$

Punctul C $(x'y'z_0)$ se găsește pe zăcământ; rezultă că

$$Mx' + Ny' + z_0 = 0. \tag{a}$$

Lucrarea minieră este trasată perpendicular pe strat. In această condiție se scrie ecuația dreptei (axei lucrării miniere).

Coeficientul unghiular m_1 al dreptei este:

$$m_1 = \operatorname{tg}\alpha.$$

Rezultă că coeficientul unghiular al axei lucrării miniere va fi:

$$m_2 = -\frac{1}{m_1} = -\text{ctg}\,\alpha. \qquad \text{(b)}$$

Ecuaţia lucrării miniere, care trece prin punctul B, se va scrie sub forma:

$$y - y_0 = m_2\,(x - x_0). \qquad \text{(c)}$$

Punctul C $(x'y')$ se va găsi pe această dreaptă; rezultă deci

$$y' - y_0 = -\text{ctg}\,\alpha\,(x' - x_0). \qquad \text{(d)}$$

Schimbând termenii în ecuaţia (d), se obţine ecuaţia lucrării miniere sub forma:

$$x' + \text{tg}\,\alpha\, y' - (x_0 + \text{tg}\,\alpha\, y_0) = 0 \qquad (2.48)$$

Folosind expresia (2.48) şi ecuaţia zăcământului (a), se obţine x' şi y'. Inlocuind în ecuaţia (2.47), se obţine lungimea căutată a lucrării miniere.

Metoda grafică. Se reportează punctul A pe plan prin coordonatele sale şi curba de nivel ($z_1 = 0$) a zăcământului sub direcţia α dată. Se reportează prin coordonate punctul B, originea lucrării miniere. Direcţia lucrării miniere se obţine ducând perpendiculara pe direcţia zăcământului (fig. 106). Rămâne să se determine lungimea galeriei.

Intrucât lucrarea minieră este orizontală, punctul C, de intersecţie cu zăcământul, va avea aceeaşi cotă ca şi punctul B, adică

Fig. 106

Fig. 107

egală cu z_0. Deaceea, dacă este dat unghiul de înclinare al zăcământului, se construeşte a doua curbă de nivel ($z_2 = z_0$) şi se prelungeşte direcţia lucrării miniere, până când va intersecta această curbă de nivel în punctul C; dreapta BC va fi lungimea căutată a lucrării miniere date, iar C, punctul de intersecţie al lucrării miniere orizontale cu zăcământul.

Scanned with CamScanner

Dacă lucrarea minieră orizontală, din cauza condiţiilor exterioare, sau din alte considerente, nu se poate executa pe direcţia $\overline{BC}$ (calea cea mai scurtă până la zăcământ) şi trebue să se devieze dela această direcţie $\overline{BC}$ cu un unghi β, mersul problemei diferă puţin de cel precedent. Diferenţa va consta în faptul, că trebue să se dea lucrării miniere o direcţie egală cu $\alpha_0 \pm \beta$. Punctul C_1 de intersecţie al direcţiei date cu orizontala zăcământului ($z_2 = z_0$) este punctul de întâlnire a lucrării miniere trasate cu zăcământul. Lungimea $\overline{BC_1}$ este lungimea căutată a lucrării miniere.

Dacă este cunoscută lungimea lucrării miniere orizontale până la zăcământ, perpendicular pe direcţie, lungimea lucrării miniere orizontale până la zăcământ, trasată pe direcţie oblică (sub unghiul β faţă de direcţia transversală pe direcţia zăcământului) va fi:

$$BC_1 = \frac{BC}{\cos \beta}. \tag{2.49}$$

3. TRASAREA UNEI LUCRĂRI MINIERE INCLINATE PÂNĂ LA ZĂCĂMÂNT

Lucrărilor miniere orizontale li se dă o anumită pantă, pentru scurgerea apelor şi pentru transport. Inclinarea dată în acest scop este atât de mică, încât practic, la rezolvarea problemelor geometrice, aceasta nu se ia în consideraţie şi deci, ele pot fi considerate orizontale. Din această cauză, lucrările miniere înclinate se vor întâlni în cazul special de trasare a sondelor înclinate, executate până la zăcământ. Se urmăreşte să se dea sondelor o direcţie perpendiculară pe direcţia zăcământului, însă, uneori, din cauza condiţiilor de lucru, trebue să se devieze dela această direcţie.

Se va analiza cazul general al trasării sondelor, când trasarea se face după o direcţie oblică faţă de direcţia zăcământului, iar trasarea perpendicular pe direcţie va fi clară şi fără o analizare specială.

Fie zăcământul dat prin punctul A $(x_1 y_1 z_1)$, direcţia α şi înclinarea δ. Din punctul B $(x_2 y_2 z_2)$, se cere să se traseze o sondă înclinată până la zăcământ, cu unghiul de direcţie α_0 şi unghiul de înclinare faţă de orizont δ_0 (fig. 107). Trebue să se cunoască, în prealabil, care va fi lungimea sondei şi unde va întâlni zăcământul. Problema va fi rezolvată, dacă se vor găsi coordonatele punctului C de intersecţie al sondei cu zăcământul.

Se rezolvă întâi problema pe *calea analitică*. Pentru rezolvarea problemei se ia originea coordonatelor în A. In acest caz, coordonatele punctului B vor fi $x_0 = x_2 - x_1$, $y_0 = y_2 - y_1$, $z_0 = z_2 - z_1$. Coordonatele punctului necunoscut se vor nota, după acelaşi sistem,

Scanned with CamScanner

cu x', y', z'. Ca punct de plecare pentru rezolvarea problemei este ecuaţia normală a acoperişului stratului $Mz+Ny+z=0$, în care

$$M=-\sin\alpha \operatorname{tg}\delta;$$
$$N=\cos\alpha \operatorname{tg}\delta$$

Ecuaţia dreptei (sondei), dată prin direcţia şi înclinarea ei α_0, δ_0 şi un punct va fi:

$$\frac{x-x_0}{\cos\alpha_0\cos\delta_0}=\frac{y-y_0}{\cos\delta_0\sin\alpha_0}=\frac{z-z_0}{-\sin\delta_0}.$$

Punctul C, aparţinând în acelaşi timp sondei şi zăcământului, trebue să satisfacă ambele ecuaţii iniţiale. Pentru determinarea coordonatelor punctului C, ecuaţiile se vor scrie sub forma:

$$Mx'+Ny'+z'=0,$$
$$\frac{x'-x_0}{\cos\delta_0\cos\alpha_0}=\frac{y'-y_0}{\cos\delta_0\sin\alpha_0}=\frac{z'-z_0}{-\sin\delta_0}. \quad (2.50)$$

Rezolvând sistemul de ecuaţii, se obţin coordonatele punctului C (x', y', z'), după care se determină lungimea căutată a sondei $\overline{BC}$ din relaţia:

$$BC=\sqrt{(x'-x_0)^2+(y'-y_0)^2+(z'-z_0)^2}. \quad (2.51)$$

Metoda grafică. Se reportează pe plan, prin coordonate, puntul A. In acest punct se reprezintă după direcţia α şi înclinarea δ, zăcământul în plan prin două isohipse, de exemplu (z_1) şi (z_1-50). Prin punctul B, sub unghiul α_0 dat, se duce proiecţia direcţiei sondei $\overline{BB_1}$ (fig. 107). Pe această dreaptă se va găsi punctul de intersecţie al sondei cu zăcământul. Pentru găsirea punctului C, se construeşte secţiunea verticală după direcţia sondei (după linia $\overline{BB_1}$).

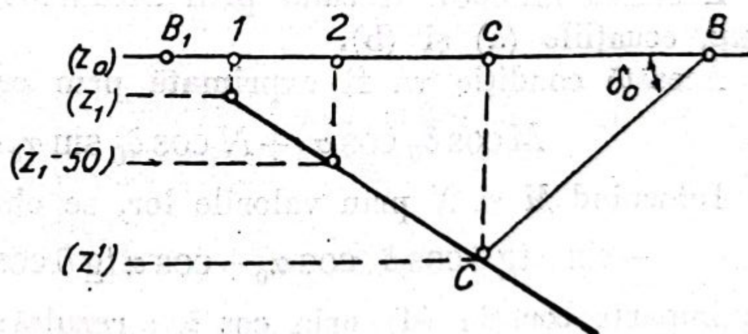


Fig. 108

In secţiune (fig. 108) se construeşte sonda sub unghiul de înclinare dat δ_0, iar secţiunea zăcământului, din punctele *1* şi *2*.

Punctul C este punctul căutat de intersecţie; $\overline{BC}$ este lungimea adevărată a sondei. Cota z' a punctului C se determină grafic din secţiune. Pentru găsirea poziţiei punctului c pe plan (determinarea $x'y'$), se proiectează punctul C al secţiunii pe dreapta $\overline{BB_1}$ şi segmentul $\overline{Bc}$ al secţiunii este transportat pe plan. Punctul c în plan este punctul de intersecţie căutat al sondei cu zăcământul.

Scanned with CamScanner

4. TRASAREA LUCRĂRII MINIERE ÎN ZĂCĂMÂNT

Cunoscând direcţia şi înclinarea stratului (α, δ), se pot rezolva probleme geometrice pentru trasarea lucrărilor miniere în strat. Acestea pot fi: 1. pe direcţia stratului şi 2. pe înclinarea stratului.

Intr'o serie de cazuri, de exemplu în cazul necesităţii micşorării pantei unei lucrări miniere, trebue să se facă o trasare diagonală faţă de direcţia stratului. In acest caz, problema poate fi rezolvată în două feluri: 1. se poate determina panta lucrării miniere, dată prin unghiul de direcţie al ei; 2. se poate determina direcţia lucrării miniere, dată prin înclinarea ei.

Rezolvarea grafică a problemei analoage a fost tratată mai sus; din această cauză se analizează aici numai metodele de rezolvare analitică.

Să se determine panta lucrării miniere, dată în zăcământ, sub un unghi de direcţie α_0. Direcţia şi înclinarea zăcământului sunt cunoscute α şi δ. Punctul din care se trasează lucrarea minieră se ia ca origine a coordonatelor. Pentru rezolvarea problemei se foloseşte ecuaţia normală a acoperişului stratului:

$$Mx+Ny+z=0. \tag{a}$$

şi ecuaţia lucrării miniere (dreptei):

$$\frac{x}{\cos\delta_0\cos\alpha_0}=\frac{y}{\cos\delta_0\sin\alpha_0}=\frac{z}{-\sin\delta_0}. \tag{b}$$

Lucrarea minieră, trecând prin zăcământ, va satisface, în acelaşi timp, ecuaţiile (a) şi (b).

Această condiţie va fi exprimată prin ecuaţia:

$$M\cos\delta_0\cos\alpha_0+N\cos\delta_0\sin\alpha_0-\sin\delta_0=0 \tag{c}$$

Inlocuind M şi N prin valorile lor, se obţine:

$$-\sin\alpha\,\mathrm{tg}\,\delta\cos\delta_0\cos\alpha_0+\cos\alpha\,\mathrm{tg}\,\delta\cos\delta_0\sin\alpha_0=\sin\delta_0 \tag{d}$$

Se împarte ecuaţia (d) prin $\cos\delta_0$; rezultă:

$$\mathrm{tg}\,\delta_0=\mathrm{tg}\,\delta(\sin\alpha\cos\alpha_0-\cos\alpha\sin\alpha_0)$$

şi, în sfârşit, unghiul căutat al pantei lucrării miniere se va exprima prin relaţia simplă între valorile cunoscute:

$$\mathrm{tg}\,\delta_0=\mathrm{tg}\,\delta\sin(\alpha_0-\alpha); \tag{2.52}$$

δ_0 nu poate fi mai mare decât δ, altfel, lucrarea minieră ar ieşi din zăcământ.

Problema inversă se va pune sub forma următoare: să se determine direcţia α_0 a lucrării miniere, trasată în zăcământ, cu unghiul de pantă faţă de orizont δ_0. Direcţia α şi înclinarea δ ale zăcământului sunt cunoscute.

Scanned with CamScanner

Direcţia căutată α_0 a lucrării miniere se va obţine uşor din expresia (2.52), şi anume:

$$\sin(\alpha_0-\alpha)=\frac{\operatorname{tg}\delta_0}{\operatorname{tg}\delta}. \tag{2.53}$$

Exemplu. Intr'un strat care are direcţia $\alpha=56^0$ şi înclinarea $\delta=35^0$, să se traseze o lucrare minieră, cu o înclinare $\delta=18^0$. Să se determine α_0 al lucrării miniere:

$$\sin(\alpha_0-56°)=\frac{\operatorname{tg}18°}{\operatorname{tg}35°}=\frac{0{,}325}{0{,}700}=0{,}464$$

de unde

$$(\alpha_0-56°)=27°38'$$

sau

$$\alpha_0=83°38'.$$

5. DETERMINAREA LUNGIMII, DIRECŢIEI ŞI UNGHIULUI DE INCLINARE ALE UNEI LUCRĂRI MINIERE, TRASATE INTRE DOUĂ PUNCTE DATE

Adeseori, trebue să se traseze o lucrare minieră de legătură între două puncte cunoscute sau o sondă de explorare între două puncte, de exemplu pentru determinarea caracteristicei grosimii rocelor, pe o porţiune oarecare. Din această cauză, se cere cunoaşterea unghiului de direcţie α_0 şi a unghiului de înclinare δ_0, cum şi lungimea lucrării miniere.

Fie A $(x_1y_1z_1)$ şi B $(x_2y_2z_2)$, punctele între care trebue să se traseze lucrarea minieră.

Lungimea lucrării miniere trasate între punctele date va fi:

$$\overline{AB}=\sqrt{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2}. \tag{2.54}$$

Direcţia se determină la fel, destul de uşor, şi anume:

$$\operatorname{tg}\alpha_0=\frac{\Delta y}{\Delta x}, \tag{2.55}$$

în care Δx, Δy, Δz, sunt coordonatele relative între punctele A şi B.

Se va calcula numai unghiul de înclinare faţă de orizont, al lucrării miniere.

Dacă se ia raportul dintre diferenţa cotelor capetelor dreptei şi mărimea adevărată a ei, se obţine sinusul unghiului de înclinare al acestei drepte faţă de orizont ,ceeace se exprimă analitic prin formula următoare:

$$\sin\delta_0=\frac{\Delta z}{\sqrt{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2}}. \tag{2.56}$$

Rezolvarea grafică a problemei nu necesită explicaţie.

§ 5. CONSTRUCŢIA SECŢIUNILOR ORIZONTALE ŞI VERTICALE

Pentru a ne da seamă de direcţia şi de înclinarea filoanelor şi a stratelor, cum şi de poziţia lucrărilor miniere în legătură cu ele, acestea se reprezintă sub forma de planuri şi de secţiuni. Partea zăcământului, unde sunt trasate lucrările miniere, se va reprezenta în desen sub formă de proiecţie orizontală (uneori verticală) a lucrărilor miniere executate în zăcământ. Lucrările miniere orizontale, făcute pe direcţia zăcământului, vor determina isohipsele corespunzătoare (cotele suprafeţei) zăcământului. Acolo unde nu există destule lucrări miniere, partea regulată a zăcământului se va reprezenta în plan printr'un sistem de isohipse. Acestea se trasează ca direcţii ale zăcământului, la orizonturile proiectate de lucrările miniere.

Un singur plan orizontal nu poate da imaginea complectă a zăcământului şi a lucrărilor miniere din el. Deaceea, el este, deobicei, însoţit de un sistem de secţiuni, care reprezintă secţiuni plane ale zăcământului. Se construesc secţiuni orizontale şi verticale. Secţiunile verticale se fac, deobicei, perpendicular pe direcţia stratului, mai rar în sensul direcţiei, sau după o direcţie oblică. Secţiunile orizontale reprezintă secţiuni plane prin zăcământ ,sau ale unui complex de zăcăminte, la orizonturile principale ale exploatărilor miniere. Secţiunile verticale, perpendiculare pe direcţie, caracterizează, în planul secţiunii, unghiul de înclinare, cum şi grosimea (orizontală normală şi verticală) zăcământului şi a rocelor înconjurătoare.

Secţiunile verticale, după direcţia oblică, caracterizează unghiul de înclinare ,cum şi grosimea orizontală sau verticală a zăcământului şi a rocelor înconjurătoare, după această direcţie oblică. Aceste secţiuni se construesc pentru a caracteriza condiţiile în care se vor executa lucrările miniere, după o direcţie dată. Secţiunile verticale, făcute pe direcţie, caracterizează grosimea verticală a stratului, pe această direcţie şi succesiunea rocelor. Zăcământul şi rocele înconjurătoare se reprezintă în aceste secţiuni, prin fâşii orizontale. Secţiunile orizontale caracterizează, la orizontul dat, direcţia şi grosimile orizontale ale zăcământului şi ale rocelor înconjurătoare.

Secţiunile se referă la plane, care trec prin lucrările miniere de explorare sau de exploatare ,deoarece orice secţiune este justă, numai atunci când este construită în baza datelor obţinute din desvelirile zăcământului şi ale rocelor înconjurătoare.

In fig. 109 este reprezentat în plan un zăcământ regulat (stratul K_1). Aici sunt arătate lucrările miniere principale de deschidere şi lucrările miniere de pregătire.

Galeriile direcţionale de bază fixează isohipsele corespunzătoare ale zăcământului.

Scanned with CamScanner

Pentru o imagine completă a înclinării şi a direcţiei zăcământului se construeşte un sistem de secţiuni. Secţiunea verticală perpendiculară pe direcţia stratului este reprezentată în fig. 110.

Secţiunea s'a făcut prin transversalele orizonturilor 85 m şi 170 m, duse perpendicular pe direcţia rocelor, din puţul nr. 10 (direcţia AA_1).

La construirea secţiunii s'au folosit datele de documentaţie (schiţe) asupra rocelor transversale şi din puţ. In lungul axei transversalei şi al axei puţului sunt aşezate grosimile orizontale ale rocelor întâl-

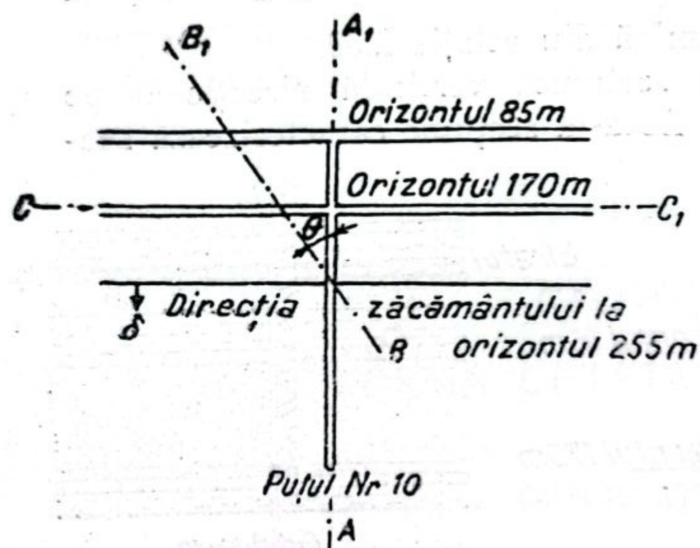


Fig. 109

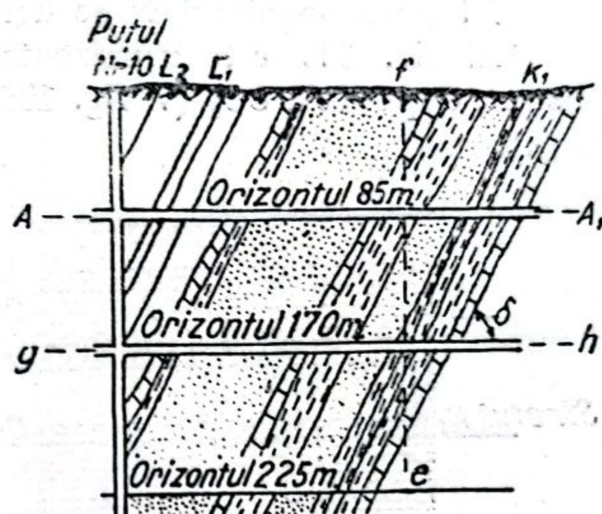


Fig. 110

nite şi ale stratelor, după care s'au unit punctele corespunzătoare (aparţinând unora şi aceloraşi fâşii) prin drepte. Astfel, s'a obţinut secţiunea verticală perpendiculară pe direcţia dintre două galerii transversale. Unghiul de înclinare al rocelor se obţine din construcţia secţiunii. Dacă sunt aflorimente la suprafaţă, se unesc punctele corespunzătoare dela suprafaţă cu punctele din transversală şi din puţ la orizontul 85 m ,care sunt în planul secţiunii, şi se obţine continuarea secţiunii până la suprafaţa terenului. In cazul când lipseşte desvelirea rocelor la suprafaţa terenului se extrapolează secţiunea, construită cu datele obţinute din transversale şi puţ. La fel se construeşte secţiunea în adâncime.

Dacă ar fi o singură galerie transversală ,datele (unghiul de înclinare şi grosimea orizontală) ar folosı la construcţia ei, ca şi în cazul a două transversale.

Secţiunea verticală după o direcţie oblică, de exemplu după BB_1 (fig. 109), se va deosebi de secţiunea precedentă, prin faptul că grosimea orizontală a rocelor în această secţiune va fi mai mare decât în secţiunea corespunzătoare, după direcţia AA_1 (v. fig. 110), şi unghiul de înclinare al rocelor δ' va fi, corespunzător, mai mic decât unghiul δ. Dacă există lucrări miniere pe această direcţie, secţiunea BB_1 se construeşte după datele acestor lucrări miniere:

Scanned with CamScanner

In caz contrar, se folosesc datele obținute din transversale sau datele secțiunii AA_1. In acest scop, se transportă datele din transversale la scară mărită (grosimile orizontale ale rocelor) pe secțiunea BB_1,

$$m'_0 = \frac{m_0}{\cos \theta} \qquad (2.57)$$

sau se proiectează de pe direcția AA_1 pe direcția BB_1, paralel cu direcția rocelor ,după care se construește secțiunea BB_1, la fel ca secțiunea AA_1.

Mărimea unghiului δ' se determină din relația 2.39.

In fig. 111 este reprezentată secțiunea verticală direcțional pe strat, după linia CC_1 (v. fig. 109). Această secțiune caracterizează suc-

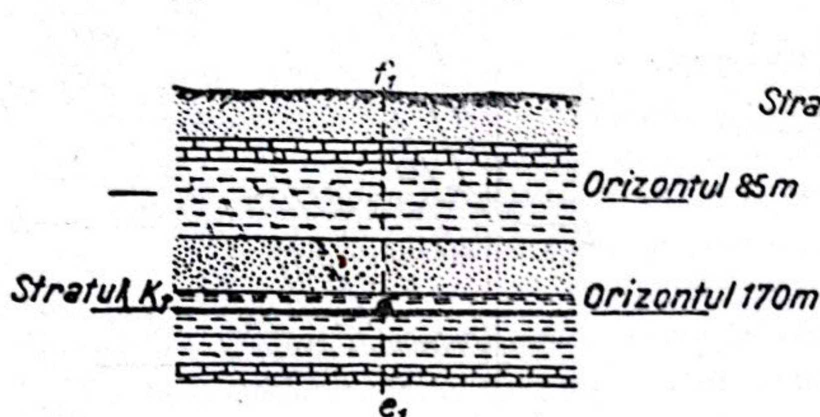


Fig. 111

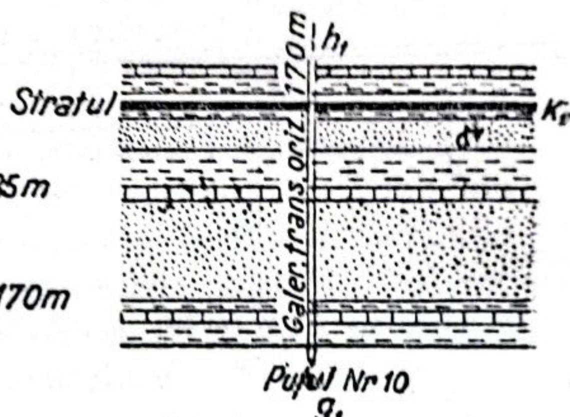


Fig. 112

cesiunea rocelor în plan vertical și grosimea verticală în această secțiune. Pentru construirea secțiunii se folosesc secțiuni verticale perpendiculare pe direcție, de exemplu secțiunea AA_1, care se cuprinde în secțiunea CC_1. Din fig. 109 și 110 rezultă că, pentru construirea fig. 111, au servit ca bază grosimile verticale după linia $\overline{ef}$ fig. 110 (în fig. 111 această linie este notată cu $\overline{e_1f_1}$). Dacă secțiunea CC_1 ar trece printr'o serie de secțiuni perpendiculare pe direcție, acestea toate ar servi, ca și cea precedentă și, atunci, secțiunea CC_1 s'ar construi în baza grosimilor verticale, după o serie de direcții corespunzătoare $\overline{ef}$ $(\overline{e_1f_1})$.

In fig. 112 este reprezentată secțiunea orizontală pe orizontul 170 m. Această secțiune caracterizează direcția și grosimile orizontale ale zăcământului și ale rocelor înconjurătoare, în secțiunea dată. Construcția s'a făcut în baza datelor din galeria transversală dela orizontul 170 m. Pentru construirea secțiunilor orizontale, este mai ușor să se folosească o serie de secțiuni verticale, făcute transversal pe direcția rocelor, deoarece acestea se construesc, deobicei, înainte, în număr suficient și prin urmare, ele conțin materialul documentar privitor la lucrările miniere executate. După secțiunile orizontale, se construesc secțiunile verticale, în cazul desvoltării suficiente a lucrărilor miniere, la diferite orizonturi ale zăcământului.

Astfel, pentru construirea fig. 112 se folosesc grosimile orizontale în lungul dreptei $\overline{gh}$ din fig. 110 (în fig. 112, această linie a fost însemnată cu $\overline{g_1h_1}$). Prin punctele de contact ale rocelor se duc liniile direcţiilor lor şi astfel secţiunea orizontală prin orizontul dat este terminată. Dacă sunt numai câteva secţiuni verticale, transversale pe direcţie, secţiunea orizontală se va construi după câteva drepte, în lungul cărora sunt cunoscute grosimile orizontale. Astfel, zăcămintele de formă regulată sunt reprezentate destul de sugestiv prin imaginea din desen şi prin sistemul de secţiuni.

Despre documentarea diferitelor lucrări miniere ,se va trata mai departe.

CAPITOLUL III

FORMA CUTATĂ A STRATELOR

§ 1. OBSERVAŢII GENERALE

Aşezarea zăcămintelor stratiforme este diferită şi depinde de condiţiile de formare a structurilor geologice. Formaţiile sedimentare se prezintă, adeseori, sub formă cutată şi din această cauză, zăcămintele stratiforme de substanţe minerale utile, legate de formaţiunile sedimentare, au formă de aşezare cutată.

La explorarea şi exploatarea lor, o imagine reală despre forma de aşezare a zăcământului este o condiţie necesară executării lucrului cu succes. Forma suprafeţei stratelor cutate satisface imaginea despre forma lor de zăcământ.

Elementele care caracterizează forma cutelor în diferite condiţii geologice sunt numeroase, însă puţin studiate şi insuficient generalizate.

In cazuri izolate şi pentru sectoare limitate, este posibil să se aplice metoda de calcul aproximativ al caracteristicei suprafeţelor de cute, care se bazează pe proprietăţile geometrice ale suprafeţelor liniare desfăşurabile, cilindrice şi conice.

Suprafaţa conică se poate exprima ca o suprafaţă formată de o dreaptă în mişcare, numită generatoare, al cărei capăt se sprijină pe un punct fix, care se numeşte vârful conului.

O suprafaţă conică se bucură de următoarele proprietăţi geometrice:

1. toate generatoarele unei suprafeţe conice se intersectează într'un punct numit vârf;

2. directoarea unei suprafeţe conice poate fi orice curbă dusă pe suprafaţa conică;

3. dreapta care uneşte un punct oarecare de pe suprafaţa conică cu vârful este generatoarea suprafeţei conice;

4. planul tangent într'un punct oarecare de pe suprafaţa conică este tangent după generatoarea, care trece prin acest punct; Rezultă că planele tangente la o suprafaţă conică trec prin vârful ei;

5. planul care intersectează o suprafaţă conică după o generatoare trece prin vârful suprafeţei conice.

Suprafaţa cilindrică este generată de o dreaptă (generatoare) care se mişcă paralel cu o direcţie dată, în jurul unei curbe (directoare).

Suprafaţa cilindrică se bucură de următoarele proprietăţi geometrice:

1. toate generatoarele suprafeţei cilindrice sunt paralele între ele, adică unghiurile lor de direcţie şi de înclinare sunt aceleaşi;

2. directoarea unei suprafeţe cilindrice poate fi orice curbă dusă pe această suprafaţă;

3. planul tangent într'un punct la o suprafaţă cilindrică este tangent la suprafaţă, după generatoarea, care trece prin acest punct.

Pentru rezolvarea problemelor geometrice, care sunt în legătură cu formele plane ale aşezării stratelor, se recomandă, pe lângă metoda grafică, şi metoda analitică ,deoarece dă soluţii precise şi rapide. Aplicarea metodei analitice, pentru suprafeţele cutelor, chiar dacă acestea sunt luate — convenţional — cilindrice sau conice, devine greoaie. Prin urmare, rapiditatea rezolvării se pierde, iar precizia dorită a soluţionării în esenţă nu poate fi asigurată, deoarece înseşi suprafeţele conice şi cilindrice prezintă numai o asemănare aproximativă cu suprafeţele reale ale cutelor. In sfârşit, ţinând seamă, că la rezolvarea problemelor, complexitatea formelor cere o reprezentare cât mai sugestivă a corpurilor şi a dimensiunilor determinabile, trebue să se insiste asupra metodei grafice, ca metodă de bază.

Aplicarea proprietăţilor geometrice ale suprafeţelor cilindrice şi conice, pentru interpretarea suprafeţelor cutate, se poate face numai în cazul porţiunilor separate şi limitate ale cutelor.

Pentru suprafeţele mari, forma cutelor, după complexitatea lor, nu poate corespunde imaginii de suprafeţe liniare desfăşurabile. Afară de aceasta, numărul de puncte date (puncte de explorare) creşte astfel, încât se poate carecteriza suprafaţa cutelor ca o suprafaţă topografică. Pentru construirea suprafeţei topografice, se pot aplica diferite metode, în funcţie de caracterul poziţiei punctelor, cu care s'a deschis suprafaţa cutată a zăcământului.

In cazul condiţiilor geologice complexe, particularitatea principală a suprafeţei cutate este forma liniară a cutelor şi prezenţa sinusoidelor în secţiunea transversală, care dau cutelor forme închise, în interiorul structurii liniare generale.

Forma cutată, fiind un corp fizic geometric, se împarte în părți numite elementele cutei.

Forma generală și secțiunea unei cute cilindrice sunt arătate în fig. 113, *a*.

Se observă că suprafața cutei se împarte în: două părți plane și una curbă. Părțile plane sunt *AB* și *CD* (fig. 113, *b*) și se numesc flancurile cutei. Partea curbilinie *BC*, fiind trecerea dela un flanc la celălalt, se numește coama cutei. Unghiul diedru ν, format de cele două flancuri, se numește unghiul cutei. Spațiul cuprins în inte-

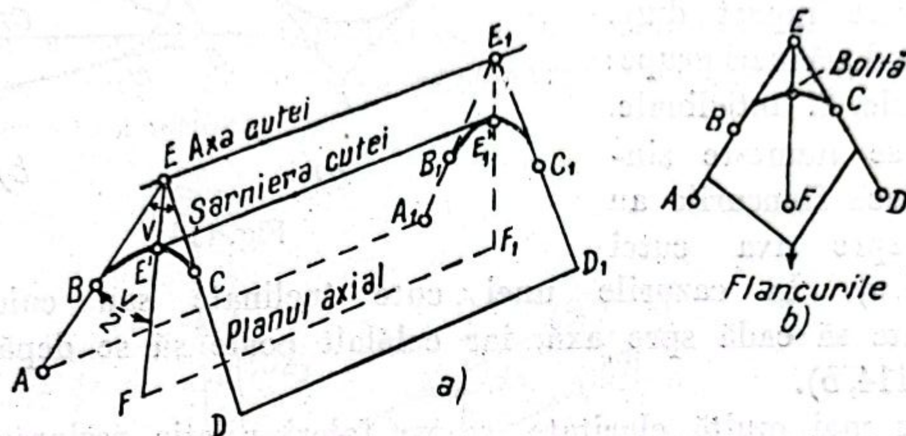


Fig. 113

riorul cutei se numește miezul ei. In orice secțiune verticală există punctul de inflexiune *E'*. Linia $\overline{E'E'_1}$, care unește toate punctele de inflexiune ale cutei date, se numește șarniera cutei. In general, această linie este neregulată. In cazul unei cute regulate cilindrice și pentru o porțiune limitată a unei cute complexe, șarniera cutei poate fi o linie dreaptă.

Dreapta $\overline{EE_1}$ de intersecție a prelungirii flancurilor se numește axa cutei. Axa cutei cilindrice, cum se vede în desen, este paralelă cu șarniera și se află la o oarecare distanță de ea. In cazul special, când suprafața bolții cutei se transformă într'o dreaptă, șarniera coincide cu axa cutei.

Planul EE_1F_1F, care împarte unghiul cutei ν în jumătate, se numește „plan axial". La cutele complexe, evident că aceasta nu va fi un plan, ci o suprafață, numită „suprafață axială". Importanța practică a acestui element al cutei, constă în faptul, că în el, rocele cutei suferă tensiuni mari și sunt supuse deformației. Rezultă că în această zonă, pot apărea roce frământate (sfărâmări, învolburări, etc.). Pentru geologi această zonă este importantă, ca o zonă de mineralizare posibilă, iar pentru mineri, această zonă prezintă importanță, ca fiind zona cu condiții grele pentru executarea lucrărilor miniere și pentru întreținerea lor; deaceea trebue să se cunoască poziția ei în spațiu. Corespunzător elementelor arătate pentru cute, s'a stabilit

Scanned with CamScanner

clasificarea lor geometrică. Mărimile care permit determinarea formei şi poziţiei cutei în spaţiu se numesc elementele ei de reprezentare.

Din acestea fac parte: 1. unghiurile de direcţie şi de înclinare ale flancurilor cutei, 2. unghiurile de înclinare şi de direcţie ale axei şi ale şarnierei cutei, 3. unghiul cutei şi 4. unghiurile de înclinare şi de direcţie ale planului axial al cutei.

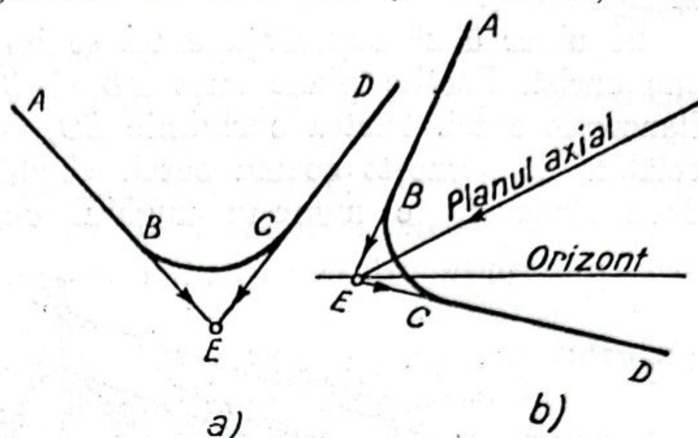


Fig. 114

Cutele se împart, după formă, în două mari grupe: 1. sinclinale, 2. anticlinale.

Cuta se numeşte sinclinală, dacă flancurile au căderea spre axa cutei (fig. 114, *a*). In cazurile unei cute înclinate sau culcate, un flanc poate să cadă spre axă, iar celălalt poate să se departeze de ea (fig. 114, *b*).

Pentru mai multă claritate, se va folosi relaţia reciprocă dintre axă şi planul axial. Se va numi cută sinclinală, cuta pentru care planul axial cade către ax. In această definiţie, situaţia va fi mai

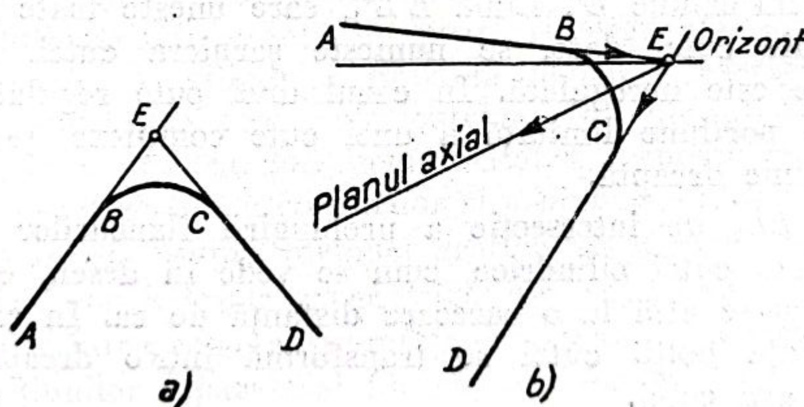


Fig. 115

clară, numai într'un singur caz particular, şi anume, când suprafaţa axială va fi orizontală. In acest caz, se pot folosi indicatori stratigrafici. La cuta sinclinală, rocele miezului sunt mai tinere decât rocele dela periferia cutei.

Cuta se numeşte anticlinală, dacă flancurile se depărtează de axa cutei (fig. 115, *a*) sau, în general, dacă suprafaţa axială se depărtează de axă (fig. 115, *b*). La cuta anticlinală, rocele miezului sunt mai vechi decât rocele dela periferia cutei.

Scanned with CamScanner

După mărimea unghiului, cutele se împart în:

1. normale, când $180^{0} > \nu > 0$;
2. isoclinale, când flancurile cutei sunt paralele între ele;
3. în formă de avantai, când flancurile cutei sunt atât de strânse, încât miezul și axa cutei sunt situate de aceeași parte a șarnierei cutei.

După unghiul de înclinare al axei față de orizontală, se deosebesc cute verticale, înclinate și orizontale.

§ 2. DETERMINAREA DIRECȚIEI ȘI A INCLINĂRII CUTELOR

Pentru determinarea direcției și a înclinării unei cute se folosește axa ei. In funcție de aceasta, se observă mai ușor particularitățile geometrice ale cutelor.

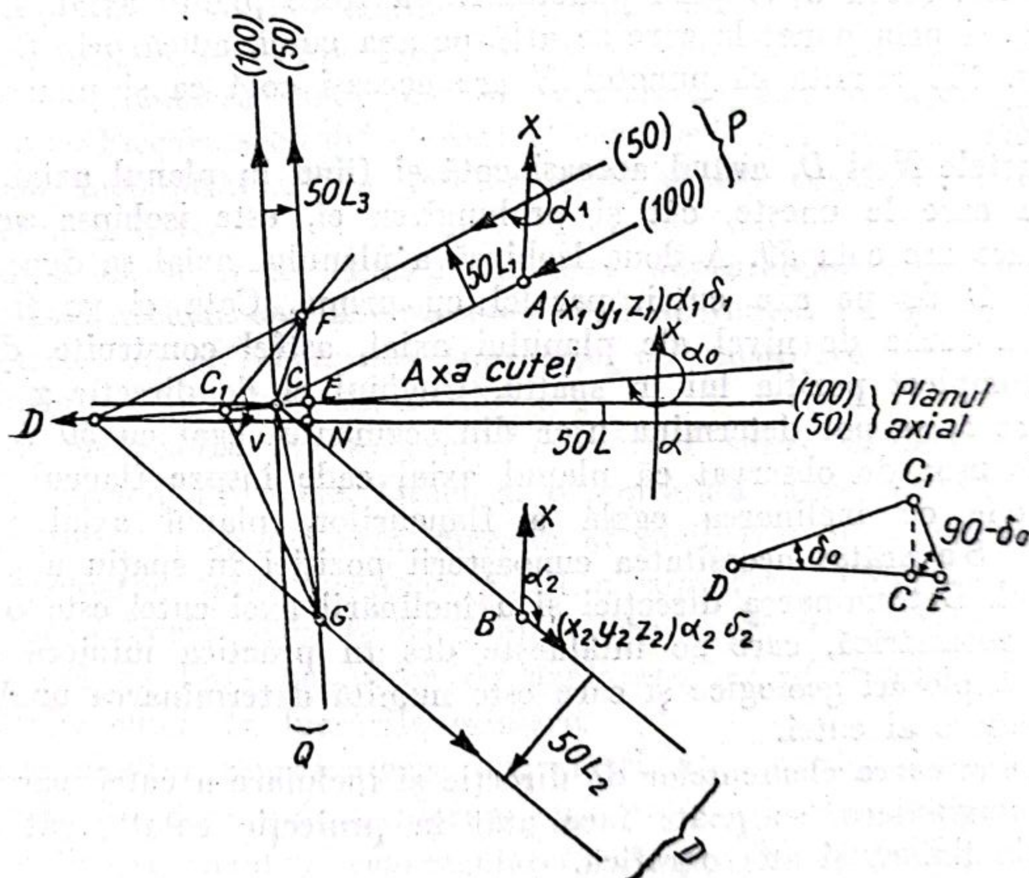


Fig. 116

Fie cunoscute direcția și înclinarea flancurilor cutei, și anume: Punctul A $(x_1y_1z_1)$ $\alpha_1\delta_1$ și punctul B $(x_2y_2z_2)$ $\alpha_2\delta_2$ (fig. 116).

Să se determine: unghiurile de direcție și de înclinare ale axei cutei, unghiul cutei, cum și direcția și înclinarea planului axial.

Din direcția și din înclinarea date, ale flancurilor cutei, se construiesc, din punctele A și B, flancurile ei P și D prin isohipse (curbe de nivel). Fiecare flanc se determină complect prin două isohipse, de exemplu isohipsa 100 și 50. Intersecția isohipselor de

aceeaşi cotă, în punctele C şi D, determină elementele axei cutei α_0 şi δ_0. Unghiurile α_0 şi δ_0 se găsesc uşor în desen, prin măsurare. Pentru determinarea unghiului cutei ν (sub care se înţelege unghiul diedru format de flancurile cutei), se construeşte planul Q, normal pe axa cutei. In secţiune cu flancurile, se obţine unghiul plan ν, care serveşte ca măsură a unghiului diedru al cutei. Punctele de intersecţie ale isohipselor de aceeaşi cotă şi ale planului de secţiune şi ale flancurilor cutei determină proiecţia unghiului plan amintit. Prin metoda cunoscută anterior, a suprapunerii planelor, din proiecţiile unghiului FCG, se determină mărimea adevărată a unghiului $\nu = FC_1G$. Rămâne să se determine direcţia şi înclinarea suprafeţei axiale a cutei. Planul axial este planul care împarte unghiul cutei în jumătate. Pentru aceasta, se împarte unghiul ν în jumătate ducându-se bisectoarea C_1N; prin punctul N va trece planul axial. La fel va trece şi prin punctele care se află pe axa cutei, adică prin C şi D. Din fig. 116 rezultă că punctul N are aceeaşi cotă ca şi punctul D, adică *50*.

Punctele N şi D, având aceeaşi cotă şi fiind în planul axial, atât dreapta care le uneşte, cât şi prelungirea ei, este isohipsa acestui plan, care are cota *50*. A doua isohipsă a planului axial se duce prin punctul C de pe axa cutei, paralel cu prima. Cota ei va fi *100*.

Două curbe de nivel ale planului axial, astfel construite, determină complect poziţia lui în spaţiu. Unghiul ei de direcţie α şi de înclinare δ, se pot determina uşor din segmentul egal cu *50 L*.

Este uşor de observat că planul axial cade înspre flancul cutei. La cutele cu înclinarea egală a flancurilor, planul axial va fi vertical. S'a arătat necesitatea cunoaşterii poziţiei în spaţiu a planului axial. Determinarea direcţiei şi a înclinării axei cutei este o problemă geometrică, care se întâlneşte des în practica minieră şi în cea de explorări geologice şi care este numită determinarea unghiului de afundare al cutei.

Determinarea elementelor de direcţie şi înclniare a cutei, care sunt valori unghiulare, se poate face atât în proiecţie cotată, cât şi în proiecţie liniară şi stereografică.

§ 3. CONSTRUCŢII IN LEGATURA CU REPREZENTAREA SUPRAFEŢEI CILINDRICE A CUTEI

Multe probleme geometrice, legate de forme cutate de zăcământ, necesită reprezentarea cutelor. La aceasta, adeseori, trebue să se execute reprezentarea după un număr insuficient de date. Ultima împrejurare impune, pe porţiuni limitate, în prezenţa unor anumiţi indici, să se asimileze suprafeţele cutelor cu suprafeţele cele mai simple, şi anume, cele cilindrice şi conice.

Scanned with CamScanner

Reprezentarea cutelor se poate face, mai ales, prin metoda proiecției cotate, proiectându-se în plan orizontal și într'un sistem de secțiuni. Dintre acestea din urmă, în practică se folosesc mai des: 1. secțiuni în paln vertical, transversale pe direcția cutelor; 2. secțiuni în plan vertical, în direcția cutelor; 3. secțiuni în plan vertical, după o direcție dată și 4. secțiuni orizontale.

Planul pe care este reprezentată suprafața cutei prin isolinii de aceleași înălțimi (isohipse sau curbe de nivel) se numește planul hipsometric. Din acest plan ne putem da seamă de caracterul suprafeței de cute, planul constând dintr'un complex de secțiuni orizontale echidistante ale cutei. Secțiunile verticale, transversale pe direcție și după o direcție oblică față de direcția cutelor se construesc din lucrările miniere care deschid cuta și care determină unghiul de înclinare și grosimile rocelor componente, după aceste secțiuni. Secțiunea verticală după direcție se face, adeseori, după axa cutei, caracterizând atât afundarea cutei, cât și succesiunea sau variația rocelor, pe direcție. Fiecare secțiune orizontală caracterizează direcția stratelor, a rocelor înconjurătoare, a faliilor, cum și alte elemente geologice din secțiunea dată.

Inainte de a trece la reprezentarea suprafețelor cilindrice ale cutelor este necesar ca, în baza unei serii de indici, să se stabilească posibilitatea de a reprezenta suprafața de racordare cu flancurile cutei, printr'o suprafață cilindrică.

Toate generatoarele suprafeței cilindrice sunt paralele cu axa cutei și paralele între ele. Deaceea, o suprafață cilindrică este complect definită în spațiu prin direcția și înclinarea unei generatoare și a directoarei. Intr'o secțiune plană a suprafeței cilindrice, directoarea este o curbă, care se determină practic printr'o secțiune verticală, făcută pe linia punctelor de explorare, pe aflorimente sau pe deschiderile cutei, în lucrările miniere.

Se va analiza reprezentarea suprafeței de racordare, cu flancurile cutei, din datele de explorare, pentru cazul când numărul lor este insuficient, pentru reprezentarea ei printr'o suprafață topografică. Fie o linie transversală pe direcția cutei, pe care sunt situate punctele de explorare și în baza cărora se cere să se reprezinte o porțiune din cută, adiacentă acestei linii. Se construește secțiunea verticală a cutei, după direcția de explorare (fig. 117). Pe secțiune se va arăta numai stratul 1. Rocele din culcuș și din acoperiș sunt cutate la fel ca stratul 1 și deoarece pentru construcțiile ulterioare nu sunt necesare, ele nu sunt reprezentate în secțiune (fig. 117). Din secțiune, se stabilește forma suprafeței de racordare între flancurile cutei, în baza datelor care se obțin din intersecția punctelor de explorare, cu suprafața stratului 1.

Scanned with CamScanner

Direcţia (*II-II*), după care s'au făcut secţiuni şi pe care sunt aşezate punctele de explorare, se transpune în planul orizontal (fig. 118). In desen, aceasta nu s'a plasat în întregime. Axa cutei este perpendiculară pe direcţia *II-II* şi are unghiul de înclinare faţă de orizont, δ_0. Pentru stabilirea formei suprafeţei de racordare între flancurile cutei, este suficient să se determine direcţia şi înclinarea generatoarelor. Pentru aceasta, se determină, cu lucrări complimentare, unghiul generatoarelor faţă de orizont, pe o direcţie paralelă cu axa cutei, de exemplu pe direcţia *2—8* sau *4—9*. Pentru rezultatele apropiate de δ_0 se poate considera racordarea dintre flancuri, ca o suprafaţă cilindică.

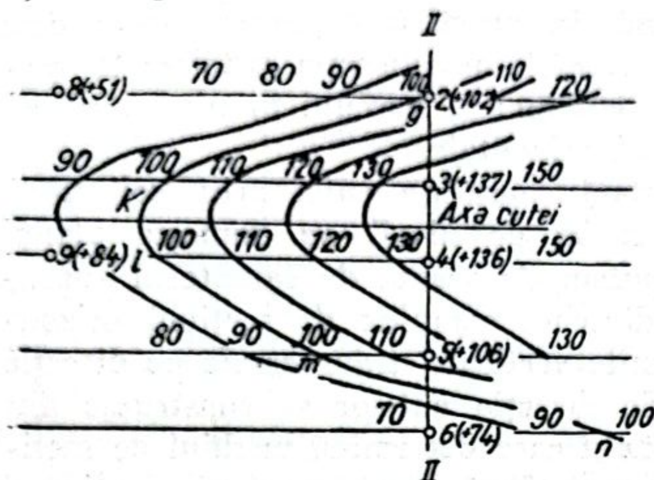


Fig. 117

In acest caz, determinarea ei se face construind întâi o isohipsă, care este directoarea suprafeţei cilindrice. Toate celelalte isohipse, după caracterul lor, vor fi identice cu prima, şi fiecare isohipsă va fi, faţă de precedenta, deplasată pe direcţia cutei, cu aceeaşi distanţă, determinată de unghiul de afundare al cutei şi al secţiunilor orizontale.

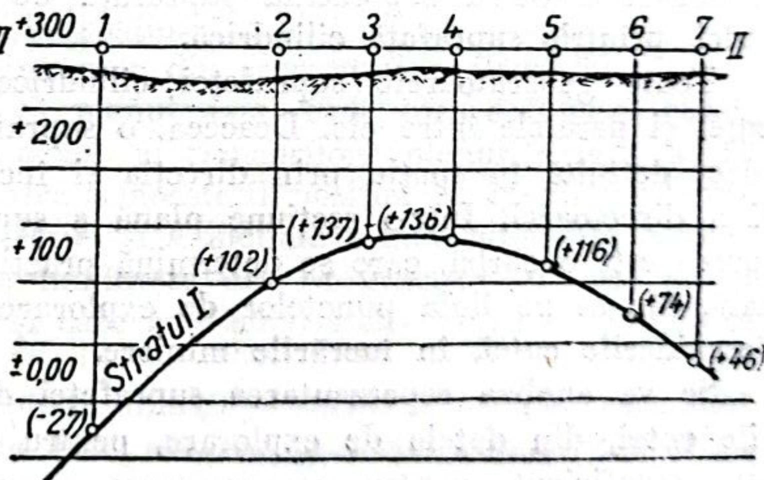


Fig. 118

Construcţia primei isohipse a suprafeţei cilindrice de racordare între flancurile cutei reprezintă trecerea dela directoarea suprafeţei de racordare a flancurilor cutei în secţiunea verticală (după direcţia *II-II*), la directoarea acestei suprafeţe din secţiunea orizontală, la un nivel oarecare, de exemplu + 100. Ca bază de trecere serveşte secţiunea după direcţia *II-II* (fig. 117) şi unghiul de afundare al cutei δ_0, reprezentat grafic în fig. 119. Pentru a uşura construcţia, linia intervalelor (cateta orizontală) şi linia înălţimilor (cateta verticală) se gradează. In fig. 118 se construeşte isohipsa cu cota + 100. Pentru construirea ei este destul să se găsească punctele de cotă

Scanned with CamScanner

+100 pe toate generatoarele suprafeței de racordare a flancurilor cutei (fig. 118). Pe generatoarele după direcția *II-II*, în punctele 2, *3, 4, 5* și *6*, sunt cunoscute cotele și unghiul de înclinare al generatoarelor față de orizont, care este egal cu unghiul de afundare al cutei δ_0.

Pe generatoarea care trece prin punctul *3* (*+137*) (fig. 118) se caută punctul cu cota *+100*. Diferența cotelor dintre punctul căutat și punctul *3* este *37*. Rezultă că punctul căutat se găsește pe generatoare, față de punctul *3*, în sensul căderii ei, la distanța $OK = 37\,L$ (fig. 119). Astfel, se obține punctul *+100*. In mod analog se găsesc punctele cu cota *+100*, pe toate celelalte generatoare (punctele *l, m, n, g*). La unele dintre ele, unde punctul dat, de exemplu punctul *6*, are cota mai mică decât punctul căutat *n*, ultimul se va plasa pe generatoare înspre urcare (în dreapta, în fig. 118). Unind punctele *g, k, l, m, n* cu o curbă continuă, se obține isohipsa +100. Toate celelalte isohipse ale porțiunii racordării flancurilor cutei, care tind spre linia unităților de explorare (*II-II*), se vor construi simplu. In fig. 118 sunt reprezentate isohipsele porțiunii cutei în jurul direcției *II-II*, din 10 în 10 unități pe înălțime. Aici, orice isohipsă este situată în direcția generatoarelor față de precedenta, la o distanță egală cu 10 *L*, unde $L = \text{ctg}\,\delta_0$.

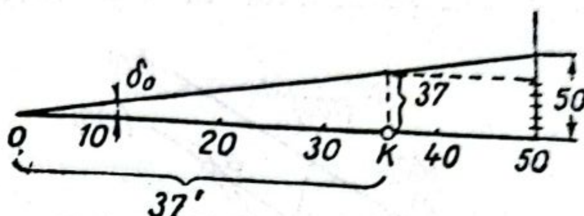


Fig. 119

Suprafața cutei se construește nu numai după datele de explorare, ci și după datele lucrărilor de exploatare. Lucrările miniere orizontale, executate în strat, se pot considera, cu un anumit grad de aproximație, ca isohipsele suprafeței stratului. Deci, porțiunile exploatabile de strat, în liniile de aceeași cotă (isohipse), se reprezintă ușor. Problema constă în a reprezenta zone adiacente zonei cunoscute. Pentru aceasta, trebue să se determine, după datele lucrărilor miniere, posibilitatea asimilării unei porțiuni cunoscute a suprafeței cutei, cu suprafețe regulate dintre cele mai simple.

In cazul de față, sunt caracteristici indicii după care se poate asemăna (apropia) suprafața cutei cu o suprafață cilindrică.

Fie (în fig. 120) o galerie în strat, la orizontul *+100* pe direcția *acb*. In galerie, sunt determinate direcția și înclinarea stratului în punctele *a, b* și *c*. Aceeași galerie orizontală determină direcția și înclinarea planelor tangente la suprafața cutei, în aceste puncte. Dacă suprafața este cilindrică sau conică, tangența are loc după generatoarele suprafeței. Dreapta de intersecție a planelor tangente la suprafața cutei, în punctele *a* și *b*, va determina poziția axei cutei (segmentul $\overline{de}$ și continuarea lui). Planul tangent la suprafața cutei

în punctul c va da, cu primele două plane, două drepte de intersecție: $\overline{fg}$ și $\overline{kl}$, paralele cu generatoarele corespunzătoare ale suprafeței. Segmentele $\overline{fg}$ și $\overline{kl}$, fiind paralele între ele și cu axa cutei, arată că generatoarele suprafeței date sunt paralele între ele, adică suprafața de racordare cu flancurile cutei se poate considera ca o suprafață cilindrică.

Construcția secțiunilor verticale. Construcția secțiunii verticale a unei cute cilindrice, după datele de explorare, este destul de ușoară și este reprezentată în fig. 117. Se construesc secțiunile verticale pentru planele care trec prin complexul lucrărilor miniere și al celor geologice de explorare, independent de caracterul suprafețelor deschise de aceste lucrări. Interesează mai ales trecerea dela o secțiune a cutei cilindrice la alta. In practică, adeseori, după condițiile de desvelire a cutelor în unele secțiuni și pentru determinarea unei serii de mărimi, trebue să se folosească secțiuni orizontale, verticale și normale.

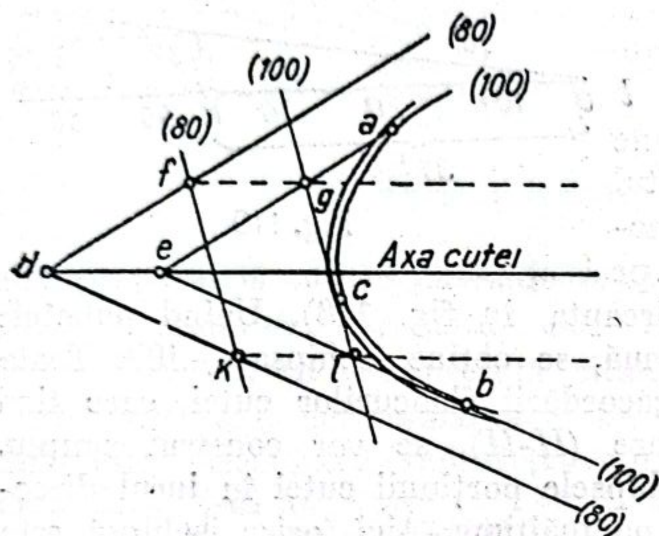


Fig. 120

Mai sus, la determinarea unghiului cutei și a elementelor de direcție și înclinare a planului axial, construcția unei secțiuni normale a fost deja analizată. Exact la fel, în paragraful de față, la reprezentarea cutei prin isolinii, după datele lucrărilor geologice de explorare, s'a analizat trecerea dela secțiunea verticală la cea orizontală. Prin urmare, rămâne să se examineze trecerea dela secțiunea orizontală a cutei cilindrice la secțiunea ei verticală. Această problemă se întâlnește des în practica minieră și în cea a geologiei de explorare, și anume când, de exemplu, după aflorimentul cutei, se cere construcția secțiunilor verticale în diferite puncte ale ei. Pentru construcție trebue să se cunoască, pe lângă aflorimentul cutei, unghiul de afundare al ei. Trecerea menționată este efectuată în fig. 121. Aici sunt date: 1. curba (fig. 121, *a*) $e'eabkcdf'f$ — aflorimentul cutei cilindrice pe un plan orizontal oarecare (suprafața terenului orizontal, a lucrărilor miniere subterane, etc.); 2. segmentul kk_1 — proiecția axei cutei (unghiul de afundare al cutei δ_0) și 3. segmentele $\overline{aa_1}$, $\overline{bb_1}$, $\overline{cc_1}$, $\overline{dd_1}$ — proiecțiile generatoarelor cutei. Să se construiască secțiunile verticale ale cutei: 1. transversal pe direcția cutei, după MN și 2. după o direcție oblică PQ.

Scanned with CamScanner

In fig. 121 *a* se duc direcțiile secțiunilor și pe fiecare dintre ele, se însemnează proiecțiile punctelor de intersecție ale lor cu axa cutei și cu toate generatoarele. Astfel, pentru direcția *MN* avem punctele: a_1, b_1, k_1, c_1, d_1 și pentru direcția *PQ*, corespunzător, a_2, b_2, k_2, c_2, d_2.

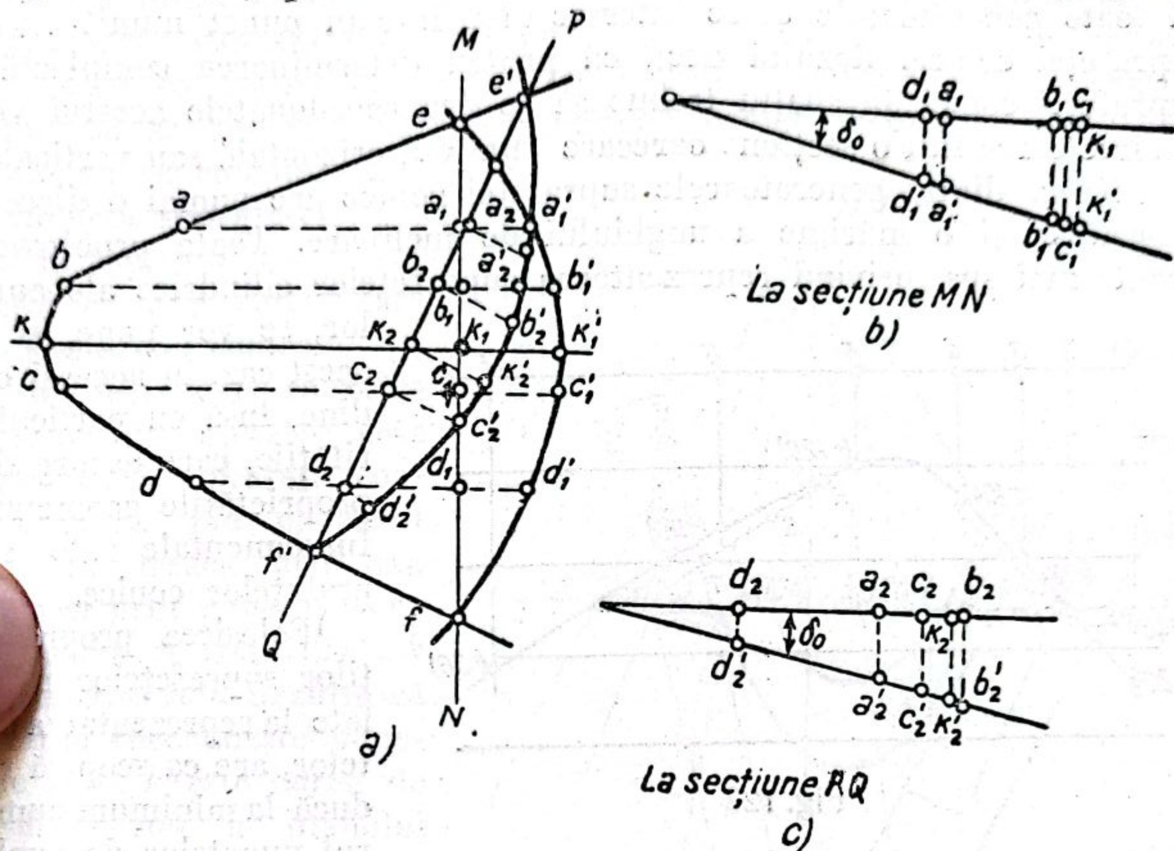


Fig. 121

Unghiul δ_0 de afundare al axei și al generatoarelor cutei, este cunoscut. Rezultă că este ușor să se determine cotele punctelor care se găsesc ,în același timp, pe generatoarele cutei și pe secțiunile verticale date *MN*, *PQ* față de planul orizontal, unde este dat aflorimentul cutei. Determinarea cotelor acestor puncte este reprezentată în fig. 121, *b* (pentru secțiunea *MN*) și 121 *c* (pentru secțiunea *PQ*). Pentru aceasta se construește unghiul de afundare al cutei δ_0, în raport cu direcția orizontală (exemplu fig. 121, *b*). Pe orizontală, din vârful unghiului construit, se iau proiecțiile axei și generatoarele cutei, ale căror capete corespund, în fig. 121, *b*, punctelor d_1, a_1, b_1, c_1, k_1. Catetele verticale corespunzătoare lor, $d_1d'_1$ și $a_1a'_1$ etc., la scară, vor exprima cotele punctelor căutate. Folosind aceste puncte, se poate construi secțiunea verticală după direcția *MN*. Secțiunea este reprezentată în fig. 121, *a* prin curba $e\,a'_1\,b'_1\,k'_1\,c'_1\,d'_1\,f$. Din figură rezultă că această curbă, împreună cu direcția secțiunii *MN* în desen, reprezintă suprapunerea secțiunii verticale a cutei, cu planul orizontal al ei.

Secțiunea *PQ* se construește în același mod.

Secțiunile orizontale și verticale se construesc la aceeași scară.

§ 4. CONSTRUCȚII IN LEGATURA CU REPREZENTAREA SUPRAFEȚEI CONICE A CUTEI

Proprietatea fundamentală a suprafeței conice constă în faptul, că toate generatoarele ei se intersectează într'un punct numit vârful suprafeței conice. Rezultă deci, că pentru determinarea completă a suprafeței conice în spațiu trebue să se dea coordonatele acestui vârf și directoarea într'o secțiune oarecare (mai des orizontală sau verticală).

Fiecare dintre generatoarele suprafeței conice are numai o direcție proprie ei și o mărime a unghiului de înclinare. Toate problemele văzute mai sus, privind reprezentarea suprafețelor cilindrice ale cutelor, se vor pune, și în acest caz, în aceeași ordine, însă cu particularitățile, care decurg din proprietățile geometrice fundamentale ale suprafețelor conice.

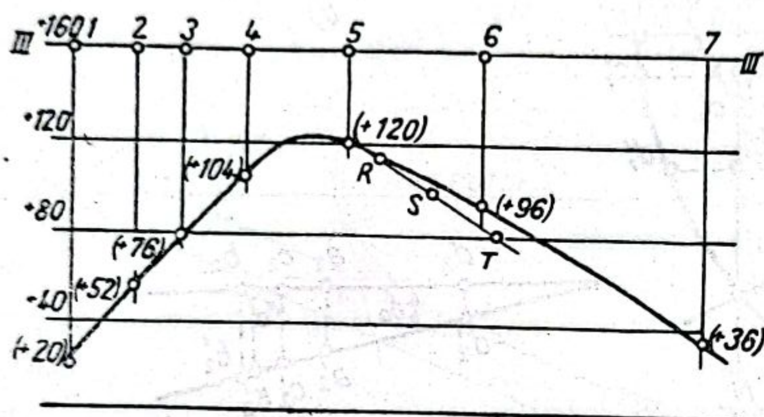


Fig. 122

Folosirea proprietăților suprafețelor regulate la reprezentarea cutelor, are ca scop să reducă la minimum numărul punctelor de explorare, pentru clasificarea formei cutelor și după acest număr minim de date, cu o precizie practic suficientă, se reprezintă structura cutată. In cazul când există un număr suficient de date, forma cutată se va reprezenta prin metoda obișnuită de reprezentare a suprafețelor topografice. Pentru cazul când nu există date suficiente, trebue să se caute, pe suprafața cercetată, indicații care ar permite să fie considerată ca o suprafață regulată oarecare și în baza acestei considerații, să se facă construcții necesare, pe un sector oarecare limitat.

Se va analiza modul de reprezentare a suprafeței conice a cutei, după datele lucrărilor de explorare, când numărul lor este insuficient, pentru a o putea reprezenta printr'o suprafață topografică.

Fie un strat cutat deschis de o serie de unități de explorare, situate după o direcție oarecare, de exemplu *III-III* (fig. 122), fiind cunosute, în acelaşi timp, direcția și înclinarea flancurilor, de exemplu în punctele *3* și *6* (fig. 123).

Folosind direcția și înclinarea cunoscută a flancurilor, se va determina, grafic, direcția și înclinarea axei cutei. Directoarea suprafeței cutate este dată de secțiunea plană după direcția *III-III* a datelor de explorare. Inălțimea suprafeței conice se află într'un punct oarecare, pe axa cutei.

Scanned with CamScanner

Fie ca lucrările complimentare de explorare, făcute pe coama cutei, să indice, într'un punct k, că segmentul $\overline{kl}$ este paralel, în plan, cu axa cutei (fig. 123), dar care nu este paralel cu ea în spaţiu, adică suprafaţa coamei nu se poate considera cilindrică. Rămâne să se considere suprafaţa coamei cutei, pe o porţiune oarecare, conică.

Pentru ca forma cutată să fie complect determinată în spaţiu, trebue să se găsească vârful suprafeţei conice. Pentru aceasta, este destul să se calculeze generatoarea suprafeţei ,care dă, în punctul de intersecţie cu axa cutei, vârful suprafeţei conice.

In acest caz, se foloseşte un plan ajutător, care secţionează suprafaţa coamei cutei. Fie ca acest plan să treacă prin axa cutei şi prin punctul k de pe coama ei (fig. 123); k are cota $+100$. Rezultă că dreapta care uneşte punctele D şi k este curba de nivel $+100$ a planului nostru ajutător. Intrucât această curbă trece prin axă, ea trece şi prin vârful suprafeţei conice, deci secţionează suprafaţa după generatoare. Punctul k se găseşte pe această generatoare. Pentru determinarea generatoarei în spaţiu, este suficient să se găsească încă un punct al ei.

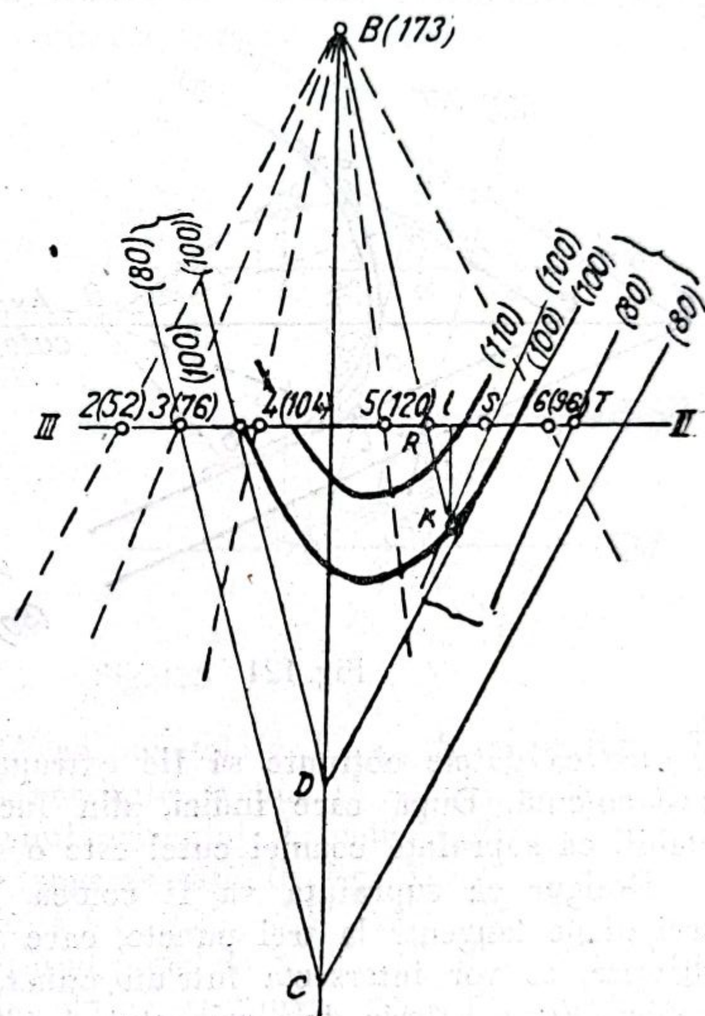


Fig. 123

Planul ajutător dă, în planul vertical de secţiune *III-III*, urma *ST* (fig. 122), a cărei prelungire intersectează suprafaţa coamei, în punctul *R*. Punctul *R* se găseşte pe generatoarea, care trece prin punctul k.

Se transportă punctul *R* de pe secţiune (fig. 122) pe planul orizontal (fig. 123). Dreapta care uneşte punctele k şi *R* în planul orizontal este generatoarea căutată. Prelungirea ei până la intersecţia cu axa cutei dă poziţia vârfului conului *B*.

Cota punctului *B* se poate calcula; după aceea se uneşte punctul *B* cu toate punctele cunoscute de pe direcţia *III-III*; se va obţine o

Scanned with CamScanner

serie de generatoare ale suprafeței conice a coamei cutei. Pentru reprezentarea suprafeței cutei în plan, prin isoliniile porțiunii situate lângă direcția unităților de explorare, rămâne să se gradeze generatoarele obținute și să se ducă, din punctele de aceeași cotă, isohipsele (curbele de nivel). In fig. 123 sunt reprezentate două isohipse +*100* și +*110*.

Alegerea secțiunii pentru construierea planului hipsometric, depinde de numărul datelor, de modul de așezare a zăcământului și de condițiile speciale cerute desenului. Mai sus, s'a arătat că suprafața cutei trebue să fie reprezentată nu numai după datele de explorare, ci și după datele obținute prin lucrările miniere. Problema se rezumă la reprezentarea porțiunilor zăcământului cutat, aferente porțiuni exploatate. Pentru aceasta, se cere să se stabilească, în porțiunea cunoscută a cutei, caracterul suprafeței cutei pentru ca datele obținute să fie extrapolate pe porțiunea învecinată necunoscută. După care indici, din lucrările miniere, se va putea stabili că suprafața coamei cutei este o suprafață conică?

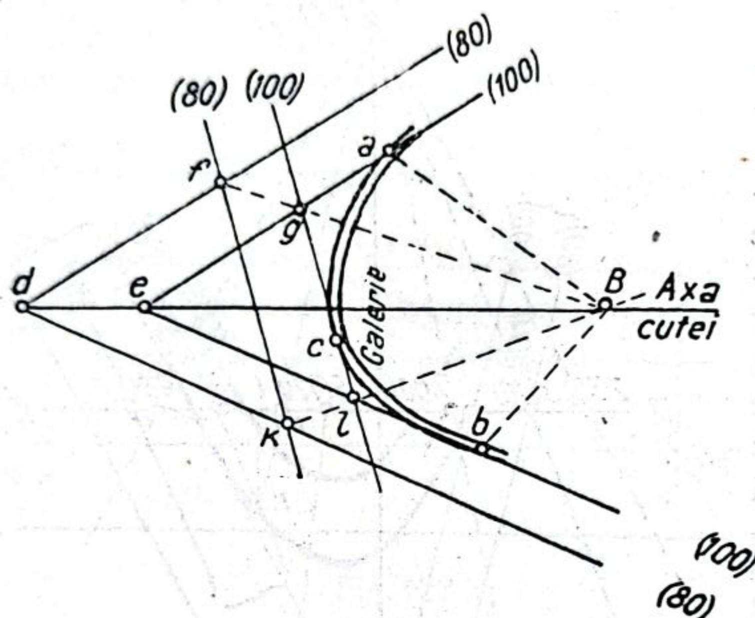


Fig. 124

Desigur că suprafața va fi conică, dacă generatoarele sau cele trei plane tangente la trei puncte, care se găsesc pe trei generatoare diferite, se vor intersecta într'un punct, care este vârful suprafeței conice. Fie o galerie dela orizontul +*100*, care trece după curba *acb* (fig. 124). In punctele *a*, *b* și *c* sunt determinate direcția și înclinarea stratului, care sunt, în același timp direcția și înclinarea planelor tangente la suprafața cutei. Să se construiască curbe de nivel cu aceeași cotă ale acestor plane și să se calculeze liniile lor de intersecție *kl*, *fg* și *de*.

Dreptele construite se intersectează într'un punct *B*. Aceasta arată că suprafața coamei este o suprafață conică, iar *B* este vârful acestei suprafețe conice.

Cota punctului *B* se determină ușor din generatoarele care trec prin punctele *a*, *b*, *c*. Directoarea *acb* (galeria) de cotă +*100* și vârful *B* al conului determină perfect suprafața cutei. Pentru reprezentarea suprafeței cutei prin isohipse, este destul să se gradeze

Scanned with CamScanner

toate generatoarele şi alegând secţiunea cerută, să se construiască isohipsele suprafeţei. Curba (galeria) va fi isohipsa de cotă +*100*.

Pentru caracterizarea geometrică a cutei conice, este necesar, înafară de secţiunile orizontale, care se stabilesc prin isohipse, să se construiască şi secţiunile verticale (fig. 122). Deaceea, este important să se arate legătura şi trecerea dela o secţiune la alta, de exemplu dela secţiunile orizontale la cele verticale.

Fie în fig. 125, *a*, cuta conică dată prin directoarea *abcde*, în planul orizontal de cota +*100 m* şi de vârful *B* al conului de cotă +*140*. Să se construiască secţiunea verticală a suprafeţei cutei date, după direcţia *MN*.

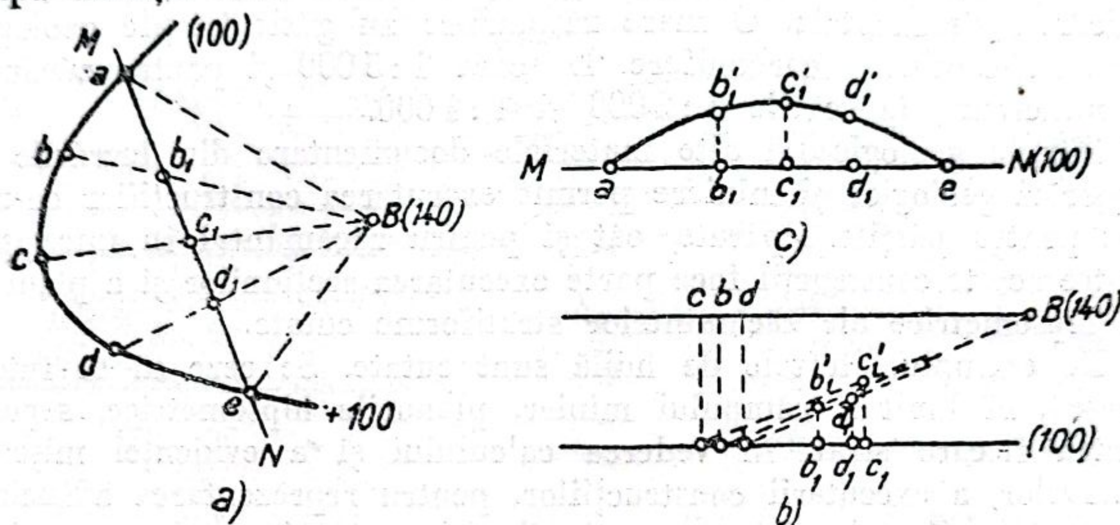


Fig. 125

Se transportă direcţia *MN* cu punctele *a*, b_1, c_1, d_1, *e*, pe fig. 125, *c*. Pentru construirea secţiunii verticale, trebue să se obţină cota punctelor b_1, c_1, d_1 faţă de planul orizontal de cotă +*100*.

Această construcţie este reprezentată în fig. 125, *b*.

Cotele relative obţinute, $b_1b'_1$, $c_1c'_1$, $d_1d'_1$, din fig. 125, *b*, sunt transportate pe fig. 125, *c*. Unind punctele a_1, b'_1, c'_1, d'_1, *e* (fig. 125, *c*) printr'o curbă continuă, se obţine secţiunea verticală a suprafeţei conice a cutei. Construirea suprafeţei cutei prin extrapolare, din datele obţinute pe porţiunile învecinate, se poate extinde, pe înclinare, cel mult pe înălţimea unui orizont, iar pe direcţie, cel mult o jumătate din distanţa medie dintre punctele de explorare.

§ 5. CONSTRUCŢIA PLANULUI HIPSOMETRIC AL STRATULUI DUPĂ COMPLEXUL DESVELIRILOR

Zăcămintele de forma structurilor cutate se deschid prin desveliri naturale şi artificiale. Desvelirile artificiale cuprind explorările geologice şi lucrările miniere. Desvelirile naturale se prezintă, adeseori, sub formă de aflorimente ale zăcămintelor şi ale rocelor înconjură-

toare. Afară de aceasta, zăcămintele pot fi desvelite natural în malurile râurilor şi ale pâraielor, în faleze, etc.

Toate punctele caracteristice de desvelire, ale zăcământului sau ale stratelor de roce se ridică, găsindu-se în aceste puncte direcţia, înclinarea şi alţi indici. Ridicarea poate fi făcută instrumental, sau printr'un crochiu pe bază topografică.

Observaţia se generalizează, formând tabloul general, sub formă de planuri şi de secţiuni.

Planul cu aflorimentele rocelor, sau la suprafaţa rocelor de bază sub aluviuni, se numeşte harta geologică a regiunii. In ultimul timp, pentru multe zăcăminte, hărţile geologice se fac la scară mare, prin ridicări instrumentale. O mare răspândire au găsit hărţile geologice pentru zăcămintele carbonifere, la scara 1 : 5 000 şi pentru zăcămite de minereuri, la scările 1 : 2 000 şi 1 : 1 000.

Hărţile geologice şi alte materiale documentare din lucrările de explorări geologice şi miniere permit executarea construcţiilor cerute, atât pentru părţile separate, cât şi pentru zăcământul în întregime. Dintre aceste construcţii face parte executarea secţiunilor şi a planurilor hipsometrice ale zăcămintelor stratiforme cutate.

De exemplu, stratele de huilă sunt cutate. Se cere să se întocmească, în limitele câmpului minier, planurile hipsometrice, separat pentru fiecare strat, în vederea calculului şi a evidenţei mişcării rezervelor, a executării construcţiilor, pentru reprezentarea adâncimii la care se află stratele sau porţiunile lor, cum şi pentru întocmirea planurilor de proiectare a lucrărilor miniere. Se întocmeşte un astfel de plan pentru stratul l_6. Pentru condiţiile date, modul de aşezare a stratului şi pentru sistemul dat de lucrări, se alege distanţa dintre curbele de nivel egală cu 50 m. Stratul este desvelit în afloriment, prin lucrările geologice de explorare şi prin lucrările miniere. Pentru întocmirea planului hipsometric se foloseşte, deobicei, metoda secţiunilor verticale. Pentru o documentare mai completă, este mai convenabil ca secţiunile verticale să fie referite la plane, care trec prin lucrările miniere şi prin desvelirile la zi. Se mai caută să se execute secţiunile transversal pe direcţia rocelor. In fig. 126 este reprezentată secţiunea verticală, transversal pe direcţia stratelor. Secţiunea s'a făcut după aflorimentul stratului (sau al rocelor legate de el, punctul *1*), după deschiderile făcute cu lucrările miniere (punctele *4*, *6* şi *8*), cum şi după deschiderile făcute prin lucrările geologice de explorare (sonda *A*). Pentru întocmirea secţiunii, sunt necesare coordonatele punctelor de desvelire a stratului, cum şi direcţia şi înclinarea lor, pe direcţia dată a secţiunii. Se pot cunoaşte numai coordonatele punctelor, însă unghiurile de înclinare ale stratului, care au fost măsurate în lucrările miniere, precizează detaliile secţiunii.

Pentru a putea folosi secţiunea dată la întocmirea planului hipsometric al stratului l_6, trebue să se proiecteze toate punctele de desvelire a stratului (punctele *1, 4, 6, 8* şi *A*), cum şi toate punctele de intersecţie ale stratului cu planele orizontale echidistante (la fiecare 50 m) (punctele *2, 3, 5, 7, 9, 10*), pe direcţia secţiunii *A-I* şi să se noteze lângă ele cotele corespunzătoare. Direcţia *A-I* cu punctele obţinute (şi cotele lor) se transportă pe plan (fig. 127). Fie, în sistemul general, această direcţie *II-II*.

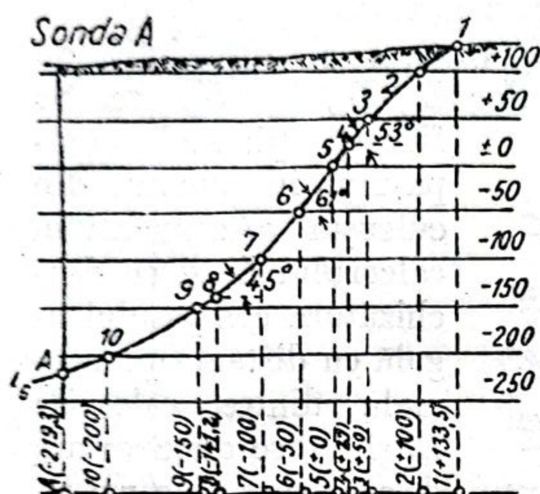


Fig. 126

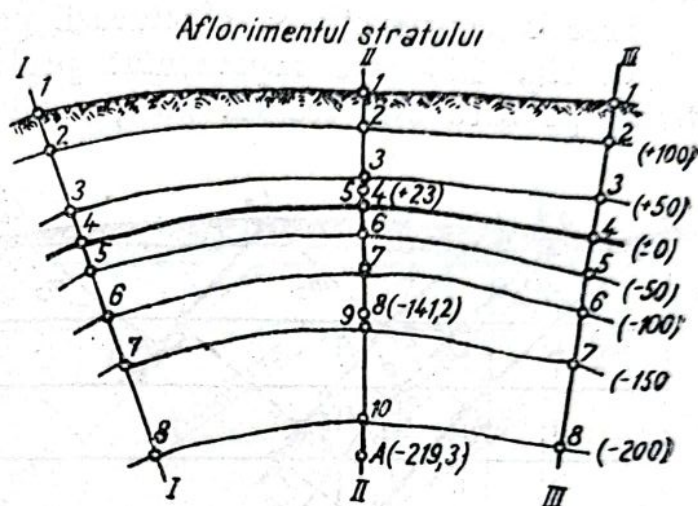


Fig. 127

La fel cu cele descrise se construesc direcţiile *I-I, III-III*, etc.

Unind apoi punctele cu aceeaşi cotă prin curbe continue, se construeşte planul hipsometric, cu echidistanţa de 50 m.

După o serie de puncte se construeşte, în planul orizontal, linia aflorimentului stratului l_6.

Planurile hipsometrice mai conţin şi alte lucrări caracteristice (de exemplu lucrările miniere, instalaţiile, limitele stâlpilor de siguranţă, etc.), care se trec în plan, pe măsura necesităţii.

Adeseori, la întocmirea planurilor hipsometrice premergătoare, din cauza lipsei datelor de explorare şi a lucrărilor miniere, trebue să se folosească numai aflorimentele stratelor. Pentru aceasta, trebue să se cunoască, pe lângă aflorimente, atât unghiul de înclinare al rocelor, cât şi coloana normală a rocelor pentru sectorul dat. Se pot cunoaşte numai aflorimentele rocelor şi coloana normală a stratelor, deoarece, din raporturi geometrice, se poate deduce unghiul de înclinare al stratificaţiei.

Construcţia se execută prin *„metoda normalelor"*.

Metoda normalelor se bazează pe folosirea planurilor desvelirilor rocelor la zi, cum şi pe distanţele pe normală între ele, cunoscute dinainte. Această metodă constă în următoarele:

Sectorul zăcământului, care urmează să fie determinat, se secţionează prin mai multe plane verticale, după posibilitate, transversal

pe direcţia lui. Se obţin astfel profilele suprafeţei terenului, pe care se notează stratele din culcuş ale rocelor, de exemplu calcarele.

Admiţând că grosimea pe normală a stratelor rămâne constantă (păstrarea paralelităţii planelor de stratificaţie) şi cunoscând, în prealabil, distanţele pe normale între ele, cum şi poziţia lor reciprocă, se pot construi, pe secţiune, urmele stratelor din culcuş (marcante), după care nu prezintă greutate deosebită de a complecta desenul, cu detalii de structură.

Practic, construcţia se efectuează pe cale grafică.

In fig. 128 este reprezentat profilul vertical al suprafeţei de teren, pe care este trasată poziţia calcarelor L_1, L_2, L_3, L_4, etc. Se fixează piciorul compasului în punctul din culcuşul aflorimentului calcarului L_2 şi cu deschizătura compasului egală cu distanţa pe normala dintre calcarele L_1 şi L_2, se duce un arc de cerc spre calcarul L_1.

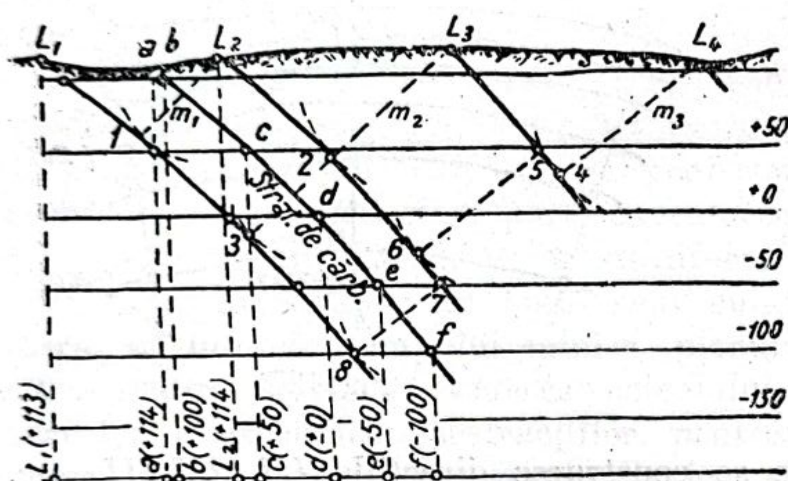


Fig. 128

Tangenta la acest arc în punctul *1* (fig. 128), care trece prin punctul aflorimentului culcuşului calcarului L_1, reprezintă imaginea, până la adâncimea oarecare a urmei în planul secţiunii verticale, a culcuşului calcarului L_1. Făcând, succesiv, construcţii asemănătoare pentru aflorimentele de calcar, L_3, L_4, etc., se obţine secţiunea verticală a stratelor, transversal pe direcţia lor, până la adâncimea cerută. Poziţia stratelor de cărbune între calcare se determină uşor. Pentru construirea planului hipsometric al stratului, se proiectează, pe direcţia orizontală, aflorimentul stratului şi al stratelor din culcuş şi din acoperiş (L_1 şi L_2), cum şi punctele de intersecţie ale stratului cu planele orizontale echidistante, având cotele multiplul distanţei alese între curbele de nivel.

Dreapta orizontală obţinută (direcţia secţiunii), cu punctele indicate, se transpune pe plan. Pe plan se construesc, cum s'a descris mai sus, direcţiile tuturor celorlalte secţiuni verticale. Folosind aceste secţiuni se întocmeşte planul hipsometric al stratului, până la adâncimea cerută, după cum este reprezentat în fig. 127.

In cazul când secţiunea verticală este deviată faţă de direcţia transversală cu unghiul θ, distanţa, după perpendiculară, dintre urmele stratelor în secţiune, va fi mai mare decât distanţa pe nor-

Scanned with CamScanner

mală (grosimi normale) dintre strate. Se va analiza acest caz. In fig. 129 este reprezentată, în plan, secţiunea orizontală a stratului de roce.

Se fac două secţiuni verticale ale acestui strat:

1. după direcţia *MM*, transversal pe direcţia stratului şi
2. după direcţia *NN*, după o direcţie oblică oarecare, care deviază faţă de direcţia transversală, cu unghiul θ.

Secţiunile indicate sunt reprezentate în fig. 130.

Folosind aceste secţiuni nu este greu să se stabilească relaţia dintre *m* şi *m'*, cum şi normalele faţă de urmele tavanului şi ale tălpii fâşiei (stratului), în planele secţiunilor verticale date.

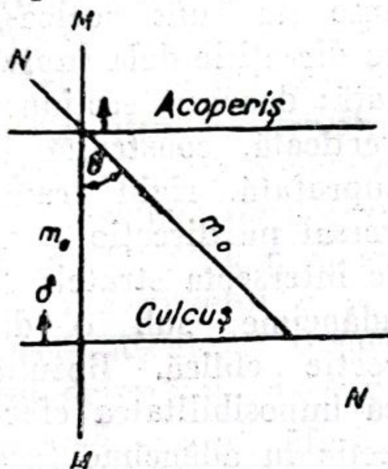


Fig. 129

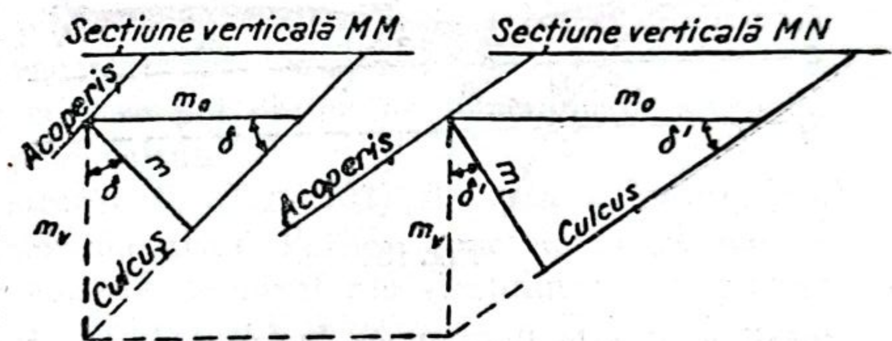


Fig. 130

Grosimea verticală a stratului m_v în ambele secţiuni este aceeaşi. Să se exprime prin *m*, *m'* şi prin unghiurile corespunzătoare de înclinare δ şi δ'

$$\left.\begin{aligned} m_v &= \frac{m}{\cos \delta} \\ m_v &= \frac{m'}{\cos \delta'} \end{aligned}\right\}, \tag{a}$$

de unde

$$\frac{m}{\cos \delta} = \frac{m'}{\cos \delta'} \tag{b}$$

sau

$$m' = \frac{m \cos \delta'}{\cos \delta}. \tag{3.1}$$

în care δ' este unghiul de înclinare al fâşiei în secţiunea verticală oblică. Valoarea unghiului δ' se obţine uşor din următoarea relaţie simplă:

$$\operatorname{tg} \delta' = \operatorname{tg} \delta \cos \Theta. \tag{3.2}$$

Rezultă că, pentru întocmirea planelor hipsometrice, în baza secţiunilor verticale, este necesar ca: 1. secţiunile verticale să se facă transversal pe direcţia rocelor, sau 2. să se ia în consideraţie, după formula (3.1), majorarea distanţei pe normală, în secţiunile oblice.

Scanned with CamScanner

Uneori, mai ales atunci când unghiurile de înclinare sunt mici, este mai uşor să se folosească o altă formulă, care, în acelaşi timp, nu cere determinarea unghiului δ' prin formulă, şi anume:

$$m' = \frac{m}{\sqrt{1-\sin^2\delta\sin^2\theta}}. \tag{3.3}$$

Metoda arătată, de trecere dela grosimea pe normale la distanţă normală, în secţiunile verticale oblice, la construcţia secţiunilor verticale, este uşor de efectuat, atunci când direcţia rocelor între două secţiuni vecine este rectilinie.

In cazul unei aşezări de roce complex cutate, această trecere se face mai greu, deoarece direcţiile în adâncime nu sunt aceleaşi, ca direcţiile dela suprafaţă; deaceea, secţiunea verticală, construită la suprafaţă, rigid transversal pe direcţie, poate intersecta stratele în adâncime, sub o direcţie oblică. Rezultă că imposibilitatea efectuării unui calcul prealabil al variaţiei de direcţie în adâncime face ca, în asemenea cazuri, rezolvarea problemei să devină aproximativă.

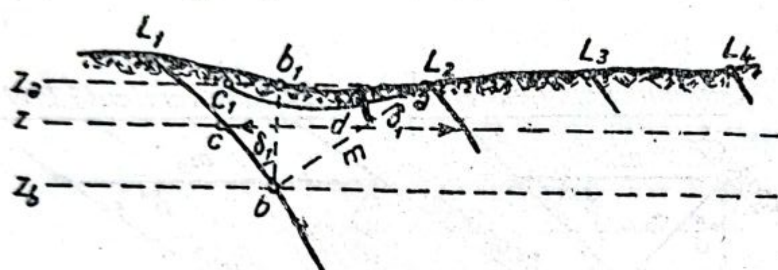


Fig. 131

In cazul când, pentru întocmirea planurilor indicate, se folosesc deschiderile făcute cu lucrările miniere, metoda normalelor prezintă importanţă prin faptul că înseşi secţiunile servesc, nu numai pentru întocmirea planurilor, ci formează, în acelaşi timp, un material documentar necesar, privitor la structura zăcământului.

Pe lângă metoda grafică de construcţie a normalelor, este posibilă şi prelucrarea analitică a datelor iniţiale. Fie în fig. 131 secţiunea verticală făcută transversal pe direcţia stratelor L_1, L_2, L_3, etc. Se duce normala m lá stratul L_2, în punctul a. Normala m va întâlni stratul inferior L_1, în punctul b. Lungimea segmentului $ab = m$ este grosimea normală a rocelor cuprinse între stratele L_1 şi L_2. Din desen rezultă că ab_1 este proiecţia orizontală a lui ab, adică punctul b_1 fixează în plan punctul b, care aparţine stratului L_1. Cota punctului b este uşor de determinat. Segmentul $\overline{b_1 b}$ (fig. 131) reprezintă cota relativă a punctului a faţă de punctul b.

In cazul când cota punctului a este egală cu z_a, cota punctului b va fi:

$$z_b = z_a - \overline{b_1 b},$$

segmentul

$$\overline{b_1 b} = m \sin\delta_1,$$

în care δ_1 este unghiul de înclinare al normalei ab, care se determină din relaţia pentru grosimile normale şi orizontale ale rocelor.

Scanned with CamScanner

Rezultă:

$$z_b = z_a - m \sin \delta_1. \tag{3.4}$$

Rămâne să se reporteze pe plan punctul b. Pentru aceasta, trebue să se ia din punctul a, spre culcuşul stratului L_2, segmentul $\overline{ab_1}$, normal la curba de nivel a stratului în acest punct. Mărimea $\overline{ab_1}$ este:

$$\overline{ab_1} = m \cos \delta_1. \tag{3.5}$$

Calculând succesiv o serie de puncte pe planul L_1, în funcţie de stratele L_2, L_3, L_4, etc. şi raportându-le pe plan, se va stabili relieful stratului L_1, până la adâncimea dată. Pentru aceasta, se pot folosi, afară de punctele cunoscute de aflorare a stratului şi alte părţi cunoscute ale lui, aşezate la diferite adâncimi.

Pentru construirea planului hipsometric al stratului se duc isohipsele, prin punctele raportate pe plan.

Punctele de aceeaşi cotă se pot obţine nu numai prin interpolare grafică pe plan, ci şi prin calcul.

Fie punctul c pe stratul L_1 (fig. 131) de cotă z, multiplu al secţiunii alese, a curbelor de nivel. Poziţia punctului c pe plan se va determina, dacă pe curbele de nivel ale stratului L_2, în punctul a spre stratul inferior L_1, se ia normal segmentul $\overline{ac_1} = d$.

Mărimea lui se determină din următoarea relaţie:

$$d = \overline{ac_1} = \overline{ab_1} \pm \overline{b_1c_1} = m \cos \delta_1 \pm (z - z_b) \operatorname{tg} \delta_1, \tag{3.6}$$

în care z_b este cota punctului b, egală cu $z_a - m \sin \delta_1$ iar z este cota punctului c, aşezat pe cea mai apropiată curbă de nivel a stratului L_1, în punctul b.

Astfel, curba de nivel cea mai apropiată de punctul b se va determina din diferenţa $z - z_b$, a cărei valoare absolută nu poate fi mai mare decât jumătatea supraînălţării (echidistanţa) dintre două curbe de nivel vecine.

In cazul când curba de nivel cea mai apropiată de punctul b se găseşte sub acest punct, în formula (3.6) se ia semnul minus. Aceasta presupune că unghiul de înclinare al stratului, în punctele b şi c, este acelaşi, deoarece suprafaţa topografică cuprinsă între două isolinii se consideră o suprafaţă liniară.

Toate calculele referitoare la determinarea punctelor asemănătoare cu c este mai uşor să fie aranjate într'o tabelă:

Nr. punctelor iniţiale	Grosimea normală, m	Unghiul de înclinare δ_1	Sin δ_1	Cos δ_1	$m \sin \delta_1$	$m \cos \delta_1$	z_a	$z_a = z_b -$ $m \sin \delta_1$	z	$z - z_b$	tg δ_1	$(z - z_b)\ \delta_1$	d
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Scanned with CamScanner

Punctele cu aceeaşi cotă, reportate pe plan, după valorile obţinute, se unesc printr'o curbă continuă isohipsă, şi cu aceasta se definitivează construcţia planului hipsometric.

Precizia insuficientă la determinarea unghiurilor de înclinare poate limita, uneori, aplicarea metodei.

Linia de aflorimcnt a zăcământului cutat reprezintă linia de intersecţie a suprafeţei zăcământului cutat cu suprafaţa topografică a terenului. Rezultă că, pentru construcţia ei, este suficient să se găsească punctele de intersecţie ale curbelor de nivel identice ale suprafeţelor indicate şi să se unească cu o curbă continuă. Linia de intersecţie a zăcământului de formă cutată cu orizontul propus pentru exploatare se determină prin isohipsa, având aceeaşi cotă cu orizontul.

La exploatarea descendentă a stratelor, stratele superioare sunt mai bine explorate prin lucrările miniere şi mult mai devreme decât cele inferioare. In acest caz, planurile topografice miniere ale stratelor superioare permit întocmirea destul de precisă a secţiunilor şi a planurilor topografice ale stratelor inferioare. Cele expuse mai sus rămân valabile cu condiţia păstrării, pe distanţe destul de mari, a grosimilor normale.

§ 6. CONSTRUCŢIA PLANULUI HIPSOMETRIC AL STRATULUI CU AJUTORUL GRAFICULUI DE ASEMĂNARE[1]

La variaţia lentă şi regulată a distanţei pe verticală între fâşiile formaţiilor sedimetare cutate, planul hipsometric al suprafeţei stratului inferior se construeşte după datele de explorare şi cu ajutorul graficului (hărţii) de asemănare. Această metodă a fost larg aplicată în studiul zăcămintelor petrolifere şi constă în următoarele (18). Fie o serie de foraje executate în zăcământ la adâncime mică, cu care s'a deschis orizontul (stratul) K_2 şi o serie de sonde la adâncime mare, cu care s'a deschis atât orizontul K_2, cât şi stratul inferior K_1 (fig. 132).

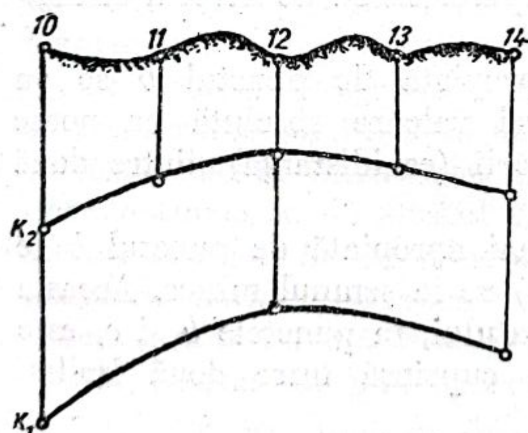


Fig. 132

Problema constă în folosirea datelor mai detaliate de explorare a stratului superior K_2, pentru determinarea formei de suprafaţă a stratului inferior K_1. La baza construcţiei stau stratificaţiile conforme

[1] N. R. Această metodă prezintă o urmare practică a legii de reciprocitate a prof. P. K. Sobolevski.

şi aceleaşi condiţii geologice de aşezare a stratelor date. Intâi este necesar să se construiască graficul de asemănare, care nu este altceva decât planul isoliniilor distanţelor verticale între strate. Construcţia acestui grafic se face astfel:

In plan (fig. 133) se trec sondele de adâncime mare, reprezentate în figură cu cerculeţe pline, şi lângă ele se trec valorile numerice ale distanţelor pe verticală între stratele K_2 şi K_1. Cu ajutorul lor

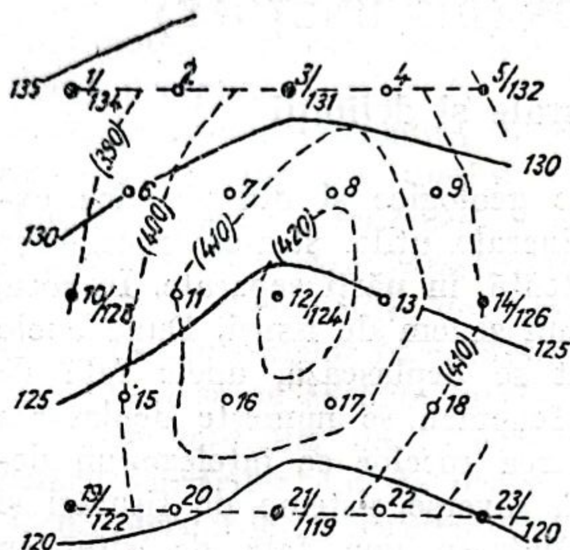


Fig. 133

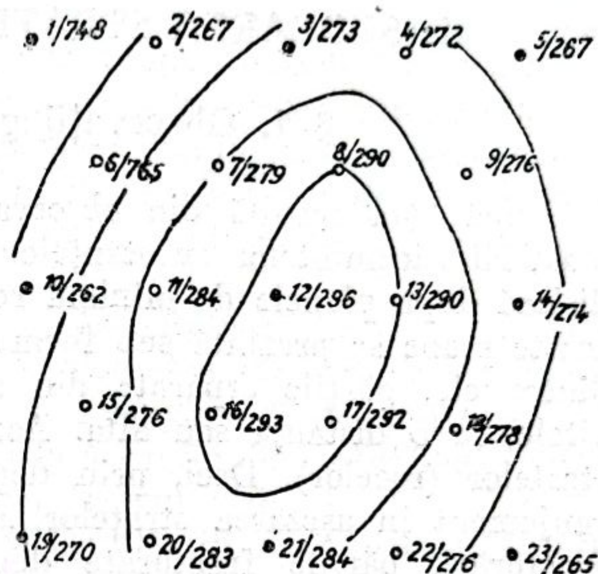


Fig. 134

se construesc isoliniile. In fig. 133 s'au reprezentat astfel isoliniile *120, 125, 130, 135.* Apoi se trec pe graficul de asemănare sondele de mică adâncime (cerculeţe goale).

Folosind cotele punctelor de intersecţie ale tuturor sondelor cu stratul K_2 (al cărui plan hipsometric este reprezentat punctat în în fig. 133) şi graficul de asemănare, se determină în aceste puncte, cotele acoperişului stratului K_1.

Calcularea cotelor se face cu relaţia:

$$z_{K_1} = z_{K_2} - H, \tag{3.7}$$

în care: z_{K_1} este cota punctului acoperişului (sau culcuşului) stratului K_1;

z_{K_2} — cota punctului acoperişului (sau culcuşului) stratului K_2;

H — distanţa pe verticală între strate, în punctul dat.

Cotele z_{K_2} se iau din datele sondelor de adâncime mică, iar H, după graficul de asemănare.

După aceasta, pe un desen separat, se construeşte planul poziţiilor tuturor sondelor (fig. 134). Lângă ele se trec valorile numerice pentru z_K şi se trasează isohipsele acoperişului (sau culcuşului) stratului K_1.

Scanned with CamScanner

Problema de construcţie a planelor hipsometrice se va revedea, când se va expune metoda generală de geometrizare a zăcămintelor de substanţe minerale utile.

CAPITOLUL IV

DISLOCAREA STRATELOR (DISJUNCŢIILE)

§ 1. Observaţii generale şi definiţii

După cum rezultă din observaţiile geologice şi din practica exploatării zăcămintelor substanţelor minerale utile, stratele rocelor se dislocă după planele de minimă rezistenţă, în părţi separate. In rocă, aceste plane se prezintă sub forma unui sistem de fisuri. După unele dintre ele, părţile separate din strat se deplasează, unele faţă de altele, la o distanţă sau alta. Acest fenomen se numeşte deplasarea stratelor (rocelor). Deci, prin deplasarea rocelor se înţelege un deranjament în aşezarea stratelor ,după diverse sisteme de fisurări şi fracturări, părţile fracturate deplasându-se una faţă de alta. In geologie, aceste deranjamente în aşezarea stratelor se numesc dislocări disjunctive sau, mai simplu, disjuncţii.

Capitolul de faţă se ocupă cu partea geometrică a acestei forme de aşezare a stratelor ,care stă în legătură cu explorarea şi exploatarea zăcămintelor stratificate dislocate.

Condiţiile şi cauzele care au provocat dislocările şi repartiţia lor în structurile geologice sunt studiate la cursurile de geotehnică şi stratigrafie.

Din practica bogată a explorării şi a exploatării zăcămintelor carbonifere rezultă, că dislocările se întâlnesc peste tot, unde părţile scoarţei terestre au fost supuse unor mişcări oarecare, independent de vârsta rocelor care compun aceste porţiuni. Peste tot unde există dislocări, acestea constitue factorul principal, uneori, hotărîtor, în mersul lucrărilor de explorare şi de exploatare a zăcămintelor. Prezenţa dislocărilor constitue mai întâi de toate un factor de complicare a condiţiilor de lucru. La explorarea unui sector sau câmp cu dislocări, trebue îndesită reţeaua lucrărilor de explorare, pentru lămurirea caracteristicelor principale, cum şi a detaliilor de dislocare. In multe cazuri, la precizarea condiţiilor de exploatare, trebue să se recurgă la lucrări de exploatare de probă, dacă nici gradul de intensitate mare al punctelor de explorare nu dă un răspuns satisfăcător.

In asemenea condiţii, la proiectarea minelor se complică alegerea soluţiei deschiderii zăcământului, a fixării limitelor câmpului minier

Scanned with CamScanner

şi a elementelor metodei de exploatare. La exploatarea zăcămintelor dislocate, de exemplu, la zăcămintele carbonifere, se întâlnesc permanent o serie de factori, care complică activitatea minei. Dintre aceşti factori se citează:

1. pierderea zăcământului (stratului) care se exploatează, fapt ce conduce, în multe cazuri, la o oprire forţată, pe timp îndelungat, a lucrărilor;

2. în zonele puternic tectonizate, rocele sunt supuse unor tensiuni potenţiale, care, declaşându-se în timpul săpării lucrărilor miniere, complică susţinerea şi întreţinerea lucrărilor miniere;

3. în anumite condiţii hidrogeologice, faliile servesc drept cale de acces a apei în spaţiul escavat. S'au observat destule cazuri, când, în lucrările miniere, apa a apărut dintr'odată pe aceste căi, provocând adevărate catastrofe;

4. în unele condiţii de aşezare a zăcământului (sau a stratului), prezenţa deplasărilor face imposibilă exploatarea părţii deplasate (aruncate), fără să se execute lucrări miniere capitale de deschidere;

5. în cele mai multe cazuri, dislocarea implică necesitatea executării lucrărilor noi de pregătire, în flancul dislocat;

6. pierderile de substanţă minerală utilă, în zona dislocării şi în sectoarele alăturate, ating proporţii considerabile;

7. în sectoarele dislocate se observă reducerea calităţii substanţei minerale utile, în urma diluării ei cu rocă sterilă.

Totalitatea factorilor expuşi creează schimbarea bruscă a condiţiilor, care aduce perturbaţii procesului tehnologic de exploatare, provoacă micşorarea timpului de lucru, înrăutăţeşte condiţiile de securitate a muncii şi măreşte preţul de cost la exploatarea substanţei minerale utile.

Din cele expuse rezultă că dislocările complică condiţiile de explorare şi de exploatare a zăcămintelor.

Din această cauză, organizarea adecuată a serviciilor topografice şi geologice prezintă o deosebită importanţă la exploatarea minei. Dela acestea se cer:

a) observaţii sistematice asupra apariţiilor de dislocări ale rocelor la suprafaţă, în lucrările miniere de explorare şi de exploatare;

b) documentarea obiectivă a observaţiilor;

c) prelucrarea loc la timpul oportun;

d) folosirea completă a tuturor datelor de observaţii existente, la rezolvarea problemelor principale, care stau în legătură cu explorarea flancului dislocat şi a lucrărilor proiectate în el.

Se va expune, în cele ce urmează, clasificarea proprietăţilor şi a raporturilor geometrice, care caracterizează dislocările.

Dislocările observate sunt diferite şi, în multe cazuri, complicate, după forma lor şi după distribuţia în structurile geologice.

Pentru stabilirea raporturilor şi a proprietăţilor geometrice se va face abstracţie de complicaţii şi de diferenţe de formă şi se va insista numai asupra formelor elementare tipice.

Intâi se va analiza dislocarea stratelor pe porţiuni restrânse, în limita cărora se poate considera crăpătura de dislocare şi părţile rupte ale fiecărui strat, ca suprafeţe plane.

Crăpătura dislocării se numeşte falie.

Porţiunile stratului dislocate de falie se numesc flancuri.

Flancul stratului, situat în partea acoperişului (deasupra) faliei se numeşte flancul din acoperiş.

Flancul situat în partea culcuşului (în jos) faliei se numeşte flancul din culcuş.

Flancul din care, pentru prima dată, se ajunge la falie se numeşte flancul dat. Flancul care este supus explorării după falie, se numeşte flancul căutat (deplasat, aruncat).

Deplasarea flancurilor în planul faliei poate fi: a) de translaţie, b) de rotaţie, c) combinată.

Se va analiza întâi primul caz de faliere, întrucât, în marea majoritate a cazurilor, explorarea flancului deplasat şi trasarea lucrărilor miniere spre el, se bazează pe presupunerea că flancurile stratului au rămas paralele unul faţă de altul. Faţă de presupunerea de paralelism a deplasării de translaţie (regulate), trebue să se admită, că forma cilindrică a suprafeţei faliei este o formă generală mai corespunzătoare, iar forma plană a suprafeţei faliei se poate considera ca o anumită generalizare geometrică.

Pentru a rezolva geometric falia, se va ţine seamă de falierea unui strat (a zăcământului). Raporturile geometrice obţinute pentru el vor fi valabile şi pentru celelalte strate faliate, în cazul paralelismului lor.

Astfel, dislocarea stratului sub raport geometric poate fi reprezentată sub forma a două plane paralele între ele, *K'* şi *K''*, intersectate de al treilea plan, planul de falie *C* (fig. 135, *a b*).

Liniile de intersecţie *S'*, *S''* ale planelor amintite fixează dispariţia stratelor între un flanc şi celălalt al faliei. Adesecori, ele se numesc linii de încrucişare. In cazul flancurilor paralele, aceste linii sunt paralele între ele.

Flancurile, falia şi liniile de intersecţie, componente ale dislocării, se numesc elementele dislocării.

Mărimile care caracterizează forma şi poziţia dislocării în spaţiu se numesc elementele faliei. Aceste elemente sunt:

a) elementele de direcţie şi înclinare ale flancurilor α, δ;

b) elementele de direcţie şi înclinare ale faliei A, Δ;

c) elementele de direcţie şi înclinare ale liniilor de încrucişare (intersecţie) α_0, δ_0;

Scanned with CamScanner

d) unghiul dislocării ν, ca unghi diedru format de flancul stratului şi de falie, în partea deplăsării flancului;

e) amplitudinea dislocării a;

f) coordonatele punctului, la care se raportează elementele mai sus arătate x, y, z.

Falia nu se prezintă ca o faţă plană, ci are totdeauna o grosime oarecare. Mai precis, drept plan al faliei trebue considerat planul acoperişului sau al culcuşului faliei.

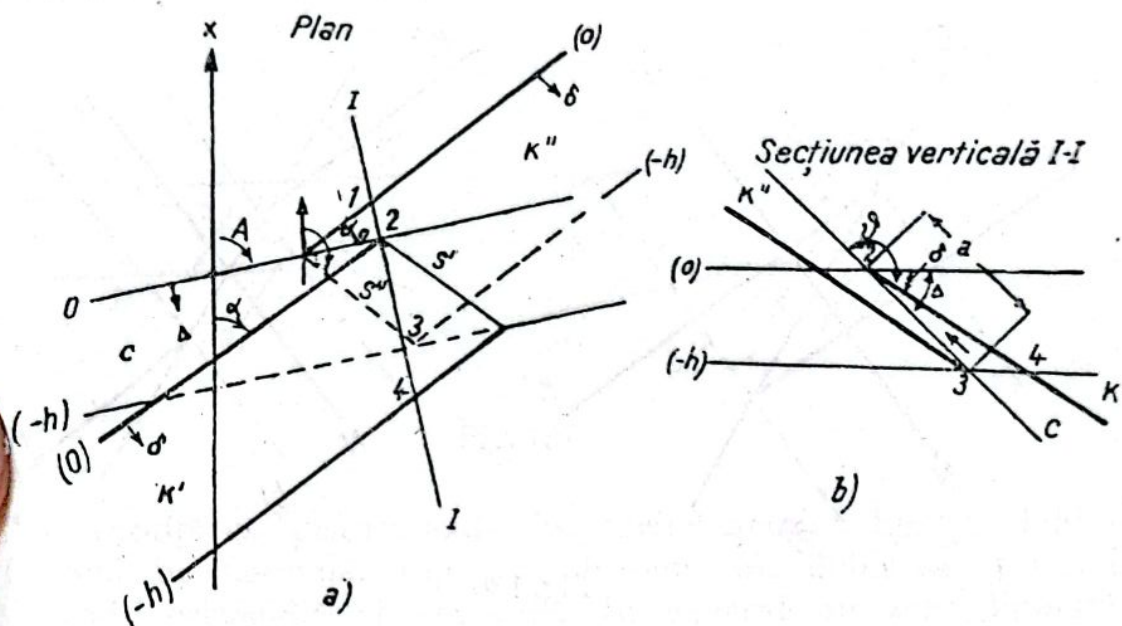


Fig. 135

Pentru aceasta, la elementele dislocării mai sus arătate, urmează să se adauge grosimea m a zonei de faliere. Această zonă este umplută adeseori prin roce sfărâmiţate.

Din cele expuse, rezultă că elementele dislocării se exprimă prin mărimi unghiulare şi liniare. Fiind legate între ele prin raporturi bine determinate, există posibilitatea ca, după valorile unor elemente, să se calculeze celelalte.

Metodele măsurării elementelor de plecare şi ale determinării mărimilor căutate au fost arătate mai sus. In adevăr, la locul corespunzător s'a analizat rezolvarea unor astfel de probleme, ca: determinarea elementelor de direcţie şi înclinare ale planului, linia de intersecţie (încrucişare) a două plane, unghiul dintre plane şi alte probleme geometrice, referitoare la forme plane de aşezare. Nu este necesar să fie repetate.

Precizia datelor de plecare permite aplicarea largă a metodei grafice în rezolvarea problemelor. Insă relaţiile relativ simple dintre raporturile geometrice, proprii faliilor regulate, de translaţie, permit aplicarea şi a metodei analitice, la determinarea mărimilor căutate.

Scanned with CamScanner

Determinarea mărimilor unghiulare trebue să se bazeze, în mare măsură, pe proiecţiile stereografice şi liniare, iar rezolvarea problemelor geometrice, legate de găsirea mărimilor liniare, se face în proiecţii cotate.

In toate cazurile interesează, în primul rând, distribuţia faliilor în structurile geologice şi formele în care ele apar.

La executarea lucrărilor miniere de explorare şi de exploatare în sectoare dislocate, problema de fond constă în stabilirea sensului şi a distanţei de deplasare a unui flanc al stratului (zăcământului)

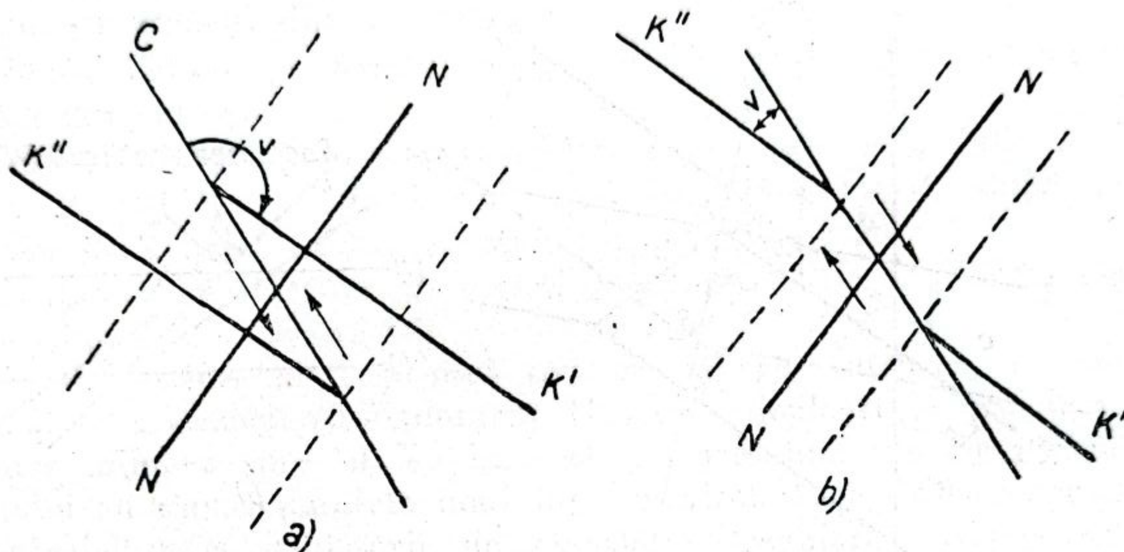


Fig. 136

faţă de celălalt, cum şi în stabilirea condiţiilor de executare a lucrărilor miniere. Totodată, raporturile geometrice, care rezultă din esenţa fenomenelor, pot prezenta un interes deosebit.

Ca date de reprezentare geometrică de plecare pentru condiţiile de dislocare de translaţie regulată, se ia paralelismul flancurilor.

La întâlnirea faliei într'o serie de puncte din partea unui flanc, se prezintă posibilitatea să se stabilească raporturile unghiulare dintre falie şi acest flanc, unghiul de faliere ν şi poziţia liniei de încrucişare S (α_0, δ_0), necesare caracterizării dislocării întâlnite. In caz particular, în funcţie de mărimea unghiului diedru ν, în partea căruia s'a petrecut deplasarea, se pot deosebi două feluri de dislocare, cu unghi ascuţit sau obtuz, caracterizate printr'un indiciu important în practică, şi anume prin prezenţa sau prin lipsa dublării stratului pe normală la flancurile stratului. Sub noţiunea dublării stratului după o direcţie oarecare se înţelege posibilitatea de a întâlni stratul de două ori.

In fig. 136, *a* este reprezentată secţiunea dislocării printr'un plan perpendicular pe linia de încrucişare. In acest caz, apare o zonă cuprinsă între liniile punctate, unde stratul *K* se dublează după direcţia *NN*, normală pe flancurile *K'* şi *K"*. Aici, flancurile s'au

deplasat unul faţă de celălalt, în partea unghiului diedru obtuz ν (arătat în secţiune în mărimea adevărată), adică avem cazul unei dislocări obtuze. Este uşor să se imagineze că dublarea stratului, faţă de flancurile lui, este caracteristică dislocaţiilor obtuze.

Pentru tipul de falie dat, dublarea stratului va avea loc şi în direcţia cea mai favorabilă pentru plasarea lucrărilor miniere, adică orizontală şi verticală.

In cazul unei deplasări relative a flancurilor *K'* şi *K"* spre unghiul ascuţit ν (fig. 136, *b*), lipseşte dublarea stratului pe normala *NN*; rezultă că, pentru toate dislocările ascuţite, lipseşte dublarea stratului pe normală. Lipseşte, deasemenea, dublarea stratului după direcţia orizontală şi verticală. In general, în zona limitată de linia punctată, stratul lipseşte.

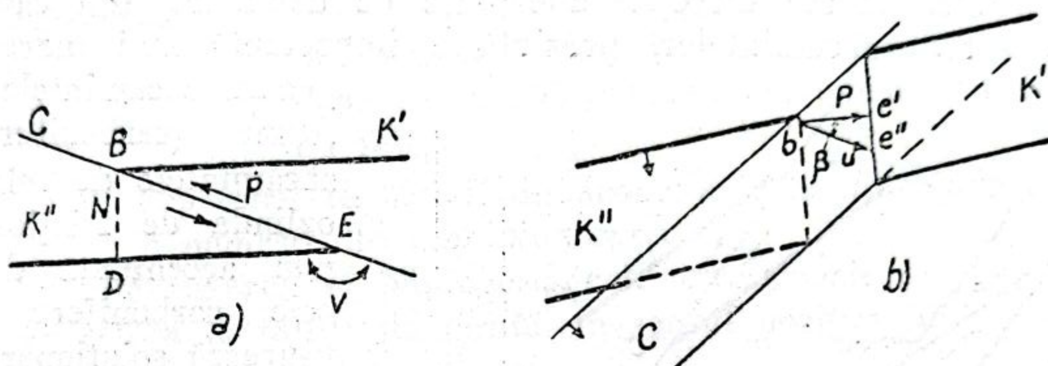


Fig. 137

Fig. 137, *a* reprezintă secţiunea dislocării într'un plan perpendicular pe linia de încrucişare. Latura $\overline{BD}$ a triunghiului *BDE* este egală cu normala *N* între flancuri, care este componenta deplasării după normală. Latura $\overline{BE} = P$ este componenta deplasării în planul faliei, după direcţia perpendiculară pe dreptele de încrucişare. Insemnând unghiul dislocării cu ν, raportul dintre *N* şi *P* se obţine din expresia:

$$P = \frac{N}{\sin \nu}. \tag{4.1}$$

Direcţia adevărată a deplasării poate fi orice direcţie în planul faliei *C*. Numai într'un caz special, când deplasarea s'a petrecut după direcţia perpendiculară pe liniile de încrucişare, *P* exprimă valoarea sa adevărată.

Direcţia adevărată de deplasare se va stabili numai atunci când, pe suprafaţa plană a faliei (oglinda de alunecare), sunt urme de alunecare, cu sgârieturi şi striuri. Aceste urme de fricţiune nu se întâlnesc totdeauna. In majoritatea cazurilor, nu se poate stabili direcţia adevărată de deplasare. In aceste cazuri, pentru caracte-

Scanned with CamScanner

ristica dislocării, se folosește componenta de deplasare *P*, numită, adeseori, ***direcția convențională de deplasare.***

Insă, dacă sunt cunoscute direcția adevărată de deplasare (fig. 137, *b*) și unghiul β, cuprins între *P* și *u*, atunci *u* se va exprima ușor prin *P*, *N* și *ν*, și anume:

$$u = \frac{P}{\cos\beta} = \frac{P}{\sin\nu\cos\beta}. \qquad (4.2)$$

Pentru zăcămintele filoniene (metalifere) de substanțe minerale utile, determinarea direcției adevărate de deplasare, din cauza neomogenității zăcămintelor, prezintă o importanță mai mare, decât pentru zăcămintele stratiforme (carbonifere). La zăcămintele de minereuri, oglinda de fricțiune este mai accentuată decât la cele carbonifere, ceeace ușurează soluționarea problemei indicate.

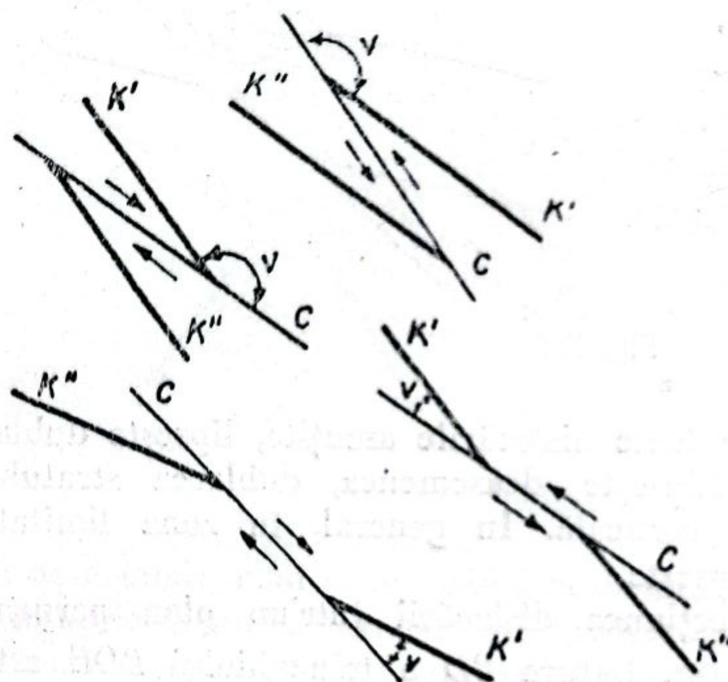


Fig. 138

In cele mai multe cazuri însă, este suficient să se cunoască mărimea deplasării după direcțiile caracteristice, normală, verticală și orizontală transversală față de direcția stratului (zăcământului), pentru ca să se poată determina mărimea deplasării după orice direcție.

In funcție de poziția relativă a liniilor de încrucișare, în planul faliei, se deosebesc falii ***pozitive*** și falii ***negative.*** Dacă linia de intersecție a flancului din acoperiș este situată mai jos decât linia de intersecție a flancului din culcuș, falia se numește convențional ***pozitivă,*** iar pentru poziția lor inversă, falia este ***negativă.*** Intre ele, ca situația de trecere este falia neutră.

Pentru a lămuri cele expuse, se construește secțiunea verticală transversal pe direcția faliei. La reprezentarea faliei în plan, raportarea ei la categoria faliei pozitive sau negative, se stabilește după poziția reciprocă a liniilor de încrucișare din planul faliei, sau după poziția în plan, a direcției convenționale de deplasare *P*.

Cum rezultă din fig. 138, unde sunt date secțiunile verticale a patru dislocări, făcute după înclinarea faliei, atât faliile pozitive, cât și cele negative pot fi sub unghi ascuțit sau obtuz.

Scanned with CamScanner

Faliile intermediare, între pozitive și negative, apar atunci când falia se găsește în plan orizontal și vertical, cum și în caz de paralelism al liniilor de încrucișare, la linia de înclinare a faliei.

Terminologia care se referă la falii este foarte variată. Termenii mai des folosiți și care caracterizează, în același timp, deplasarea relativă a flancurilor stratului sunt următorii:

Falie de cădere, când liniile de încrucișare sunt orizontale. Falia este pozitivă.

Falie de împingere, când liniile de încrucișare sunt orizontale. Falia este negativă.

Falie direcțională, când linia de încrucișare este paralelă cu linia de înclinare a faliei. Flancul din acoperiș este deplasat față de flancul din culcuș, după direcția faliei.

In cazul deplasării flancului din acoperiș în sensul opus direcției faliei, falia se numește de *supraalunecare*.

Faliile de cădere, de împingere, cele direcționale și supraalunecările se referă la faliile de limită, în sensul poziției liniilor de încrucișare, în planul faliei.

Faliile, în care liniile de încrucișare ocupă o poziție intermediară (diagonală) între direcția și înclinarea faliei, se numesc falii diagonale și reprezintă grupa cea mai numeroasă a faliilor pozitive și negative, care cuprinde aproape toate disjuncțiile cercetate.

Dislocările diagonale pozitive se numesc *falii de cădere și de alunecare* (cădere-supraalunecare), iar cele negative, *falii de împingere și de alunecare* (împingere-supraalunecare).

§ 2. ELEMENTELE GEOMETRICE ALE FALIILOR (DISLOCĂRILOR)

In elementele geometrice ale faliilor se cuprind: elementele de așezare ale stratului, ale faliei și ale liniilor de încrucișare, cum și unghiul de faliere și amplitudinea de deplasare a unui flanc față de celălalt, într'un sens sau în celălalt.

Deobicei, datele de plecare sunt elementele de așezare ale stratului și ale faliei, iar cele căutate, restul celor enumerate. Se determină întâi elementele de așezare ale liniilor de încrucișare și unghiul falierii. Pentru determinarea amplitudinii și a formei de faliere, se cer lucrări de explorare complimentare.

Pe fig. 139 sunt reprezentate proiecțiile stereografice ale stratului și ale faliei, după elementele lor de zăcământ ($\alpha = 112^0$; $\delta = 58^0$) și ($A = 75^0$, $\Delta = 65^0$). Se cere să se determine elementele geometrice (α_0, δ_0) ale liniei de încrucișare S și mărimea unghiului diedru dintre planele care se intersectează, adică unghiul falierii ν.

Scanned with CamScanner

Segmentul $\overline{ob}$ reprezintă proiecţia stereografică a liniei de încrucişare. Sensul *bo* indicat în fig. 139 prin săgeată, arată direcţia liniei de încrucişare *S*. Unghiul cuprins între sensul pozitiv al axei *x* şi sensul *S* este unghiul căutat al direcţiei *S*, în cazul de faţă $\alpha_0 = 195^0$. Unghiul de înclinare δ_0 al dreptei de încrucişare *S* faţă de orizont, se va obţine din triunghiul dreptunghi, construit cu proiecţia stereografică *ob*, a liniei de încrucişare şi cu raza *R* a sferei, drept catete. In figura indicată, acest triunghi este scos alături de cercul de proiecţie. Cum s'a stabilit în capitolul despre proiecţiile stereografice, unghiul ascuţit, adiacent catetei *R* este egal cu $\frac{90^\circ - \delta_0}{2}$, de unde se găseşte uşor mărimea căutată, δ_0. In cazul dat, $\delta_0 = 56^0$.

Fig. 139

Mărimea unghiului de faliere ν este egală cu unghiul format de proiecţiile stereografice ale stratului *K* şi ale faliei *C* şi se găseşte ca unghiul format de razele $\overline{bc_1}$ şi $\overline{bc_2}$ ale proiecţiilor arătate în punctul *b*, care este intersecţia lor. In cazul dat, $\nu = 45^0$. In acest mod se determină grafic elementele geometrice ale liniei de încrucişare *S* şi unghiul de faliere ν. Precizia determinării corespunde preciziei obţinute prin măsurătorile directe sau prin determinarea grafică a mărimilor de plecare.

Mărimile unghiulare căutate $(\alpha_0, \delta_0, \nu)$ se pot determina şi pe cale analitică.

Linia de încrucişare este linia de intersecţie a două plane — a stratului cu falia. Se găseşte întâi expresia pentru unghiul de direcţie α_0 al liniei de încrucişare. In baza ecuaţiei obţinute mai sus (2.7), se scriu ecuaţiile normale ale stratului şi faliei:

$$\begin{aligned} x \sin A \operatorname{tg} \Delta - y \cos A \operatorname{tg} \Delta - z = 0 \\ x \sin \alpha \operatorname{tg} \delta - y \cos \alpha \operatorname{tg} \delta - z = 0. \end{aligned} \qquad (a)$$

Pentru determinarea unghiului α_0 se obţine ecuaţia proiecţiei dreptei de încrucişare pe planul orizontal. Aceasta poate fi obţinută uşor din expresia (a), eliminând pe *z*. Prin aceasta, se va obţine ecuaţia căutată a proiecţiei liniilor de încrucişare:

$$x(\sin A \operatorname{tg} \Delta - \sin \alpha \operatorname{tg} \delta) - y(\cos A \operatorname{tg} \Delta - \cos \alpha \operatorname{tg} \beta) = 0 \qquad (b)$$

Scanned with CamScanner

Tangenta unghiului de direcție al dreptei se va exprima prin coeficientul unghiular al ei (b), și anume:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{\sin A \operatorname{tg} \Delta - \sin \alpha \operatorname{tg} \delta}{\cos A \operatorname{tg} \Delta - \cos \alpha \operatorname{tg} \delta}. \tag{c}$$

Luând diferența direcțiilor $A - \alpha = \theta$, expresia (c) devine:

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_0 &= \frac{\sin \theta \operatorname{tg} \Delta}{\cos \theta \operatorname{tg} \Delta - \operatorname{tg} \delta} \\ \text{sau} \quad \operatorname{ctg} \alpha_0 &= \operatorname{ctg} \theta - \frac{\operatorname{tg} \delta}{\sin \theta \operatorname{tg} \Delta}. \end{aligned}\right\} \quad 4.3$$

Se determină unghiul de înclinare δ_0 al liniei de încrucișare față de orizont. Fie în fig. 140 linia de încrucișare S, conținută în planul stratului K, care are elementele geometrice α și δ. Unghiul ei de direcție este α_0. Se ia diferența direcțiilor $\alpha_0 - \alpha = \theta$. Cum rezultă din fig. 140, unghiul de înclinare δ_0 al liniei de încrucișare se va exprima în funcție de unghiul de înclinare δ al stratului K și de unghiul θ prin următoarea relație

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{ctg} \delta_0 &= \frac{\operatorname{ctg} \delta}{\sin \theta} \\ \text{sau} \quad \operatorname{tg} \delta_0 &= \operatorname{tg} \delta \sin \theta. \end{aligned}\right\} \quad (4.4)$$

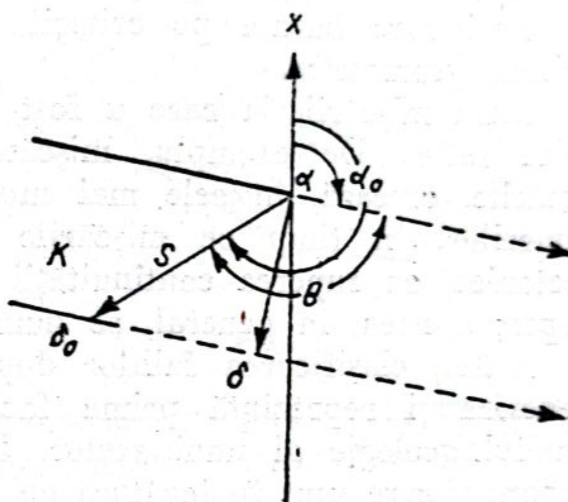


Fig. 140

Intrucât linia de încrucișare aparține, în același timp, stratului și faliei, pentru unghiul de înclinare δ_0 al liniei de încrucișare va fi valabilă și o altă relație, și anume:

$$\operatorname{tg} \delta_0 = \operatorname{tg} \Delta \sin \theta, \tag{4.5}$$

în care unghiul Δ este unghiul de înclinare al faliei, iar $\theta = \alpha_0 - A$.

Unghiul falierii ν se determină în funcție de elementele de așezare ale stratului și ale faliei.

Din geometria analitică este cunoscut că unghiul dintre două plane, care se intersectează, se determină cu următoarea formulă:

$$\cos \nu = \frac{M_1 M_2 + N_1 N_2 + P_1 P_2}{\sqrt{(M_1^2 + N_1^2 + P_1^2)\,(M_2^2 + N_2^2 + P_2^2)}}$$

Inlocuind în formulă coeficienții M, N și P prin valorile lor din ecuațiile normale ale planelor, se obține:

$$\cos \nu = \frac{\sin A \sin \alpha + \cos A \cos \alpha + \operatorname{ctg} \Delta \operatorname{ctg} \delta}{\sqrt{(\sin^2 A + \cos^2 A + \operatorname{cgt}^2 \Delta)\,(\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha + \operatorname{ctg}^2 \delta)}}. \tag{a}$$

Scanned with CamScanner

Luând diferenţa dintre direcţia stratului şi direcţia faliei $A - \alpha = \theta$ şi făcând transformările corespunzătoare (a), se obţine expresia finală următoare, pentru unghiul de faliere ν:

$$\cos \nu = \sin \Delta \sin \delta \cos \theta + \cos \Delta \cos \delta. \qquad (4.6)$$

Determinarea mărimii deplasării (amplitudinii) a unui flanc faţă de altul, după o direcţie sau alta de dublare a stratului, se va analiza mai jos, cu ocazia expunerii problemei de trasare a lucrărilor miniere, spre partea deplasată a zăcământului.

§ 3. CLASIFICAREA FALIILOR

In diferite perioade de timp s'au propus diverse clasificări ale faliilor, care se pot împărţi în două grupe fundamentale, şi anume: a) clasificare bazată pe criterii genetice, b) clasificare bazată pe criterii geometrice.

Felul mişcării, la care a fost supusă scoarţa terestră, determină felul faliei. De exemplu, mişcările în urma cărora se formează cutările, creează, în cele mai multe cazuri, faliile de tipul suprapunerilor, în timp ce mişcările vibratorii provoacă deranjamente tectonice, cu ruperea continuităţii şi depărtarea reciprocă a părţilor rupte; acestea, în general, se numesc falii de alunecare.

Astfel, clasificarea faliilor după criteriul genetic devine absolut necesară şi reprezintă prima fază a observaţiilor, în legătură cu studiul geologic al unui sector. Pentru rezolvarea problemelor mai concrete, care sunt în legătură cu explorarea de detaliu şi cu exploatarea, caracteristica de calitate indicată, nu este suficientă.

Deaceea, la explorarea de detaliu şi la exploatarea sectoarelor dislocate ale zăcămintelor, se va folosi clasificarea geometrică a faliilor. La baza acestei clasificări stau raporturile geometrice şi proprietăţile geometrice ale faliilor. Cel mai important rezultat al analizării lor este stabilirea direcţiei, mărimea deplasării relative a flancurilor şi eventuala dublare a stratului.

Proprietăţile şi raporturile geometrice, care caracterizează o falie, se pun în evidenţă mai uşor din analiza încrucişării sau a intersecţiei a două plane, care apar la formarea fracturilor din scoarţa terestră. Prin deplasarea relativă de translaţie ulterioară a părţilor dislocate ale stratului (flancurilor), încălecarea se transformă în faliere. Deaceea, la baza clasificării geometrice a faliilor trebue puse, în primul rând, raporturile unghiulare dintre strat şi fractură, adică raporturile unghiulare ale încrucişărilor.

Intersecţia a două plane determinate prin elementele lor de aşezare va fi caracterizată prin unghiul format de cele două plane şi poziţia faţă de orizont (sau faţă de verticală) a liniei de intersecţie a planelor.

Scanned with CamScanner

Această problemă a fost amănunţit cercetată, stabilindu-se raporturile geometrice, care caracterizează fenomenul faliilor.

Lucrările publicate asupra acestei probleme în literatura străină şi mai ales în cea germană, au un caracter scolastic foarte pronunţat. Este destul să se arate că nomenclatura faliilor propusă de savanţii germani include mii de tipuri de falii. In consecinţă, problema care este simplă sub aspect geometric, devine încurcată şi complexă.

Savanţii sovietici P. M. Leontovski, V. I. Bauman, P. K. Sobolevski şi alţii au pornit o luptă hotărîtoare împotriva scolasticei mai sus menţionate şi în lucrările lor au soluţionat problema, dând faliilor o clasificare geometrică, simplă, corectă şi uşor de înţeles.

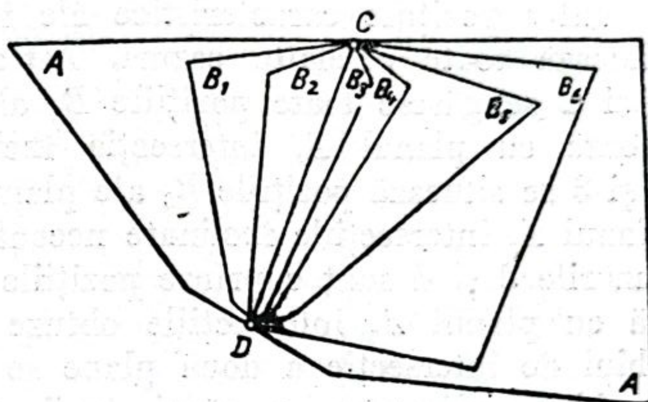


Fig. 141

In literatura sovietică s'a impus clasificarea lui P. M. Leontovski (24), V. I. Bauman (1), P. K. Sobolevski (37) şi altele. Cea mai cunoscută este clasificarea lui V. I. Bauman, care se deosebeşte de celelalte, prin simplicitatea construcţiei geometrice şi care evidenţiază concluziile ce rezultă din analizarea proprietăţilor geometrice ale faliilor şi anume a dublării stratului dislocat, care interesează la trasarea lucrărilor miniere, spre flancul dislocat. Se va descrie, deci, pe larg această metodă, cu păstrarea notaţiilor făcute de autor.

Toate formele de falie se deduc din formele corespunzătoare de încrucişare (intersecţie) a două plane.

Pentru a deduce diferite forme de intersecţii, se face rotirea unuia dintre plane în jurul liniei de intersecţie a lui cu celălalt plan, care rămâne fix. In acelaşi timp, variază atât unghiul diedru dintre plane, cât şi unghiul de direcţie al planelor.

Fie dreapta de intersecţie a planelor, înclinată. Notând la rotirea indicată toate poziţiile caracteristice ale planului de rotaţie şi completându-l cu poziţiile lui intermediare, se vor obţine toate formele de intersecţie înclinată.

Prin rotirea dreptei de intersecţie în plan vertical, se găsesc uşor, din formule obţinute de intersecţia înclinată, formele lor corespunzătoare de intersecţie orizontală (longitudinală) şi verticală.

Rotind planul *B* (fig. 141) în jurul dreptei sale de intersecţie cu planul *A*, se vor obţine, pentru intersecţii înclinate, următoarele poziţii caracteristice ale planului de rotaţie:

1. coincidenţa planelor sau simplă suprapunere;

2. planul B coincide cu planul vertical B_2, dus prin linia de intersecţie a planului înclinat cu planul vertical — limita între încrucişerile cu căderi conforme şi neconforme;

3. planul B ocupă poziţia B_4, perpendicular pe planul A, — intersecţia rectangulară a două plane înclinate;

4. planul B ocupă poziţia B_6, perpendicular pe planul vertical B_2, care trece prin dreapta de intersecţie reprezentând cazul de intersecţie a două plane înclinate, când linia de intersecţie coincide cu linia de înclinare a unuia dintre plane — a doua limită între intersecţiile înclinate, conforme şi neconforme.

Intre poziţiile caracteristice ale intersecţiilor înclinate arătate se situează toate celelalte cazuri. Astfel, între poziţiile dela cazurile 1 şi 2 se găsesc toate poziţiile B_1 ale planului în rotaţie, care formează cu planul A, intersecţia înclinată conformă. Intre cazurile 2 şi 3 se situează poziţiile B_3 ale planului în rotaţie, care formează cu planul A, intersecţiile înclinate neconforme cu unghi ascuţit, iar între cazurile 3 şi 4 sunt cuprinse poziţiile B_5 ale planului în rotaţie, care dă cu planul A, intersecţiile obtuze înclinate neconforme. Sub unghiul de intersecţie a două plane se înţelege acela dintre cele două unghiuri adiacente, a cărui înclinare a laturilor este îndreptată către linia de intersecţie, sau în sens invers.

După poziţia B_6, la o rotaţie ulterioară a planului B, se va obţine forma intersecţiei înclinate, conforme, care este asemănătoare cu forma intersecţiei planului B_1 cu planul A, cu deosebire că aici unghiul de înclinare al planului în mişcare va fi mai mic decât unghiul de înclinare al planului A. Deaceea, nu este necesar să fie analizat ca o formă separată.

Urmează că poziţia planului B_6 trebue privită ca poziţia limită a planului în mişcare, unde încetează rotirea sa.

Deasemenea, nu are sens să fie considerat ca o formă separată, — cazul când direcţiile planelor, care se intersectează, sunt perpendiculare una pe alta, deoarece acest caz ,în esenţă, nu este diferit de celelalte intersecţii obtuze înclinate, neconforme.

Este cazul să se considere ca o formă independentă de intersecţie, intersecţia planului vertical B_2 cu planul perpendicular pe el B_6, a cărui linie de înclinare coincide cu linia de intersecţie.

Eliminând primul caz de intersecţie (suprapunerea simplă a planelor) se vor obţine astfel şapte cazuri de intersecţii înclinate (fig. 141).

1. intersecţiile înclinate, conforme, ale planului B_1, cu planul A;
2. intersecţia planului vertical B_2 cu planul înclinat A;
3. intersecţiile înclinate, neconforme, de unghi ascuţit, ale planului B_3 cu planul A;
4. intersecţiile înclinate, neconforme, rectangulare, ale planului B_4 cu planul A;

Scanned with CamScanner

5. intersecțiile înclinate, neconforme, obtuze, ale planului B_5 cu planul A;

6. cazul limită de intersecție a planului B_6 cu planul A, astfel că linia de intersecție coincide cu linia de pantă a planului B_6;

7. forma specială de intersecție a planului vertical B_2, cu planul înclinat B_6, perpendicular pe B_2.

După cum s'a amintit mai sus, prin rotirea liniei de intersecție în plan vertical, din fiecare caz de intersecție înclinată se obține cazul corespunzător de intersecție orizontală. Prin aceasta, unghiul format de direcțiile planelor, care se intersectează, se micșorează și pentru poziția orizontală a liniei de intersecție, devine egal cu 0°.

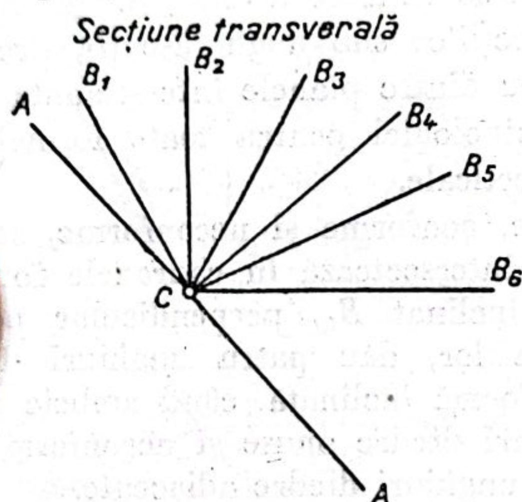


Fig. 142

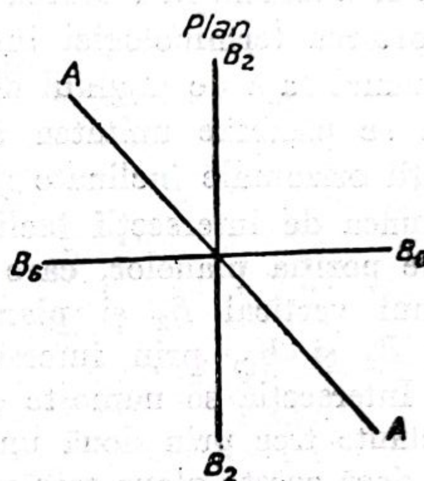


Fig. 143

Din cele șapte forme de intersecție înclinată se obțin pe această cale, următoarele șapte cazuri de intersecție orizontală (fig. 142).

1. intersecțiile conforme, înclinate, ale planului B cu planul A;
2. intersecția planului vertical B_2 cu planul înclinat A;
3. intersecțiile înclinate, neconforme, de unghi ascuțit, ale planului B_3 cu planul A;
4. intersecția neconformă, rectangulară, a planului B_4 cu planul A;
5. intersecțiile înclinate obtuze, neconforme, ale planului B_5 cu planul A;
6. intersecția planului înclinat A cu planul orizontal B_6;
7. forma specială de intersecție rectangulară a planului vertical B_2 cu planul orizontal B_6.

Vor fi numai două forme deosebite de intersecții verticale și anume (fig. 143):

1. intersecția verticală cu unghi ascuțit a planului B_2 cu planul A, din forma a doua a intersecțiilor înclinate și
2. intersecția verticală rectangulară a planului B_2 cu planul B_6, din forma specială a intersecțiilor înclinate. Prin urmare, rezultă în total 16 forme de intersecții.

Scanned with CamScanner

După clasificarea prof. P. M. Leontovski (24), se deosebesc 38 de forme de intersecţii, obţinute prin rotirea planului mobil în jurul liniei de intersecţie, după un cerc întreg ,ceeace nu este absolut necesar, căci, pentru intersecţii înclinate, nu se ia unghiul diedru, ci unghiul format de direcţiile planelor. Totuşi, analiza geometrică a deplasărilor, făcută de P. M. Leontovski, este fundamentală (24) şi prezintă importanţă, prin faptul că examinează critic metodele grupării faliilor ,după criterii geometrice, răspândite în literatura din străinătate, care complică problema pusă şi dă o soluţie proprie mai simplă şi precisă a problemei. Cea din urmă a fost perfecţionată de către V. I. Bauman, în lucrarea care se va analiza mai jos.

Raportarea terminologiei intersecţiilor sub unghi ascuţit, drept şi optuz, numai faţă de unghiul diedru dintre planele intersectante, permite să se păstreze unitatea terminologiei pentru toate formele de intersecţii orizontale înclinate şi verticale.

Noţiunea de intersecţii înclinate, conforme şi neconforme, se bazează pe poziţia planelor, care se intersectează în cadranele formate de planul vertical B_2 şi planul înclinat B_6, perpendicular pe el. Planele B_2 şi B_6, prin intersecţia lor, dau patru unghiuri diedre drepte. Intersecţia se numeşte conformă înclinată, când ambele plane intersectante trec prin două unghiuri diedre opuse şi neconformă înclinată, dacă aceste plane trec prin unghiuri diedre adiacente.

Din formele enumerate de intersecţie, se deduc formele de falii corespunzătoare, prin deplasarea unui plan intersectat în planul faliei, după direcţia celei mai scurte distanţe dintre liniile de încrucişare.

Din primele şase forme de intersecţii orizontale se obţin următoarele şapte forme de falii pozitive, în sensul liniei de înclinare a faliei (faliile de cădere propriu zise, fig. 144):

1. falia de cădere obtuză, conformă, a planului înclinat B_1 pe planul A (fig. 144, *a*);

2. falia de cădere obtuză a planului vertical B_2 pe planul A (fig. 144, *b*);

3. falia de cădere obtuză, neconformă, a planului înclinat B_3 pe planul A (fig. 144, *c*);

4. falia de cădere rectangulară, neconformă, a planului înclinat B_4 pe planul A (fig. 144, *d*);

5. falia de cădere de unghi ascuţit, neconformă, a planului înclinat B_5 pe planul A (fig. 144, *e*);

6) falia de cădere de unghi ascuţit a planului orizontal B_5 pe planul A (fig. 144, *f*);

7. falia de cădere de unghi ascuţit, conformă, a planului A pe planul B_1 (fig. 144, *g*).

Scanned with CamScanner

Toate celelalte intersecţii, afară de prima dintre intersecţiile orizontale, prin mişcarea planului *A* după un alt plan de intersecţie, nu pot da alte forme de falii.

Astfel, din formele *3*, *4* şi *5*, prin mişcarea planului *A* după planele B_3, B_4 şi B_5, se obţin aceleaşi forme de falii, adică cu unghiuri ascuţite drepte şi obtuze, enumerate mai sus. Prin mişcarea planelor *A* şi B_6 pe planul vertical ,se obţin forme deosebite de falii pozitiv-negative, despre care se va vorbi mai jos. In sfârşit, prin mişcarea planelor *A* şi B_2 pe planul orizontal B_6, se obţine, deasemenea, o grupă deosebită de falii, despre care se va trata în cele ce urmează.

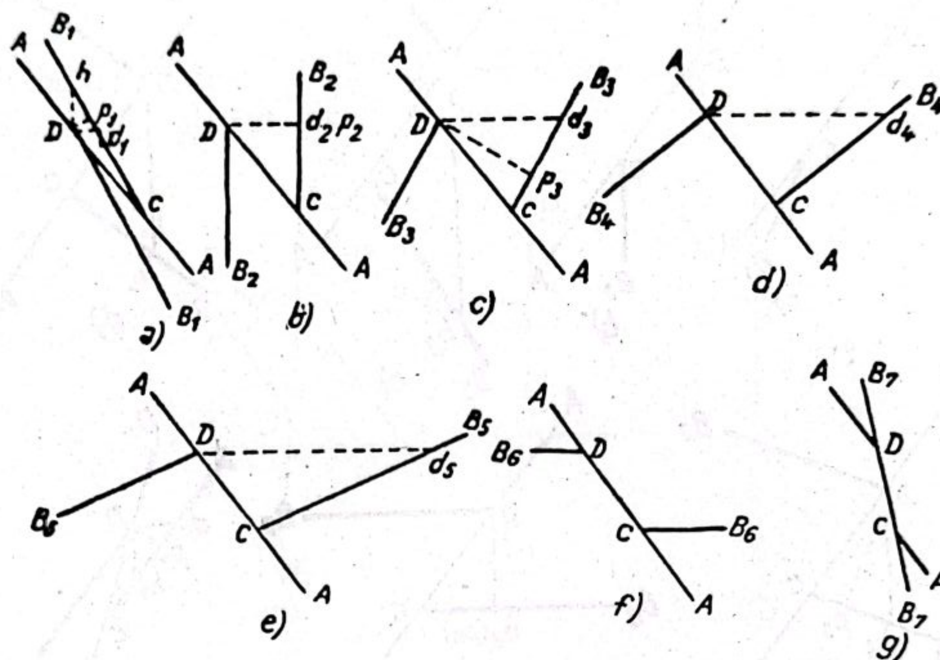


Fig. 144

Faliile enumerate mai sus se aranjează într'o ordine determinată (descrescândă), conform numărului direcţiilor caracteristice, după care se dublează stratul. In secţiunile din fig. 144, direcţiile arătate, după care se dublează stratul, sunt evidente, astfel încât nu are sens să fie enumerate.

In mod analog, prin deplasarea flancului din acoperişul stratului, în sensul ascendent, al faliei, se obţin, din aceleaşi şase forme de intersecţii orizontale, următoarele şapte forme de falii negative, în sensul ascendent, al faliei (de supracădere propriu zise, fig. 145):

1. falia de supracădere de unghi ascuţit, conformă, a planului B_1 pe planul *A* (fig. 145, *a*);

2. falia de supracădere de unghi ascuţit a planului vertical B_2 pe pe planul *A* (fig. 145, *b*);

3. falia de supracădere de unghi ascuţit neconformă, a planului B_3 pe planul *A* (fig. 145, *c*);

4. falia de supracădere rectangulară, neconformă, a planului B_4 pe planul A (fig. 145, *d*);

5. falia de supracădere obtuză, neconformă, a planului B_5 pe planul A (fig. 145, *e*);

6. falia de supracădere obtuză a planului orizontal B_6 pe planul A (fig. 145, *f*);

7. falia de supracădere obtuză, conformă a planului A pe planul B_1 (fig. 145, g).

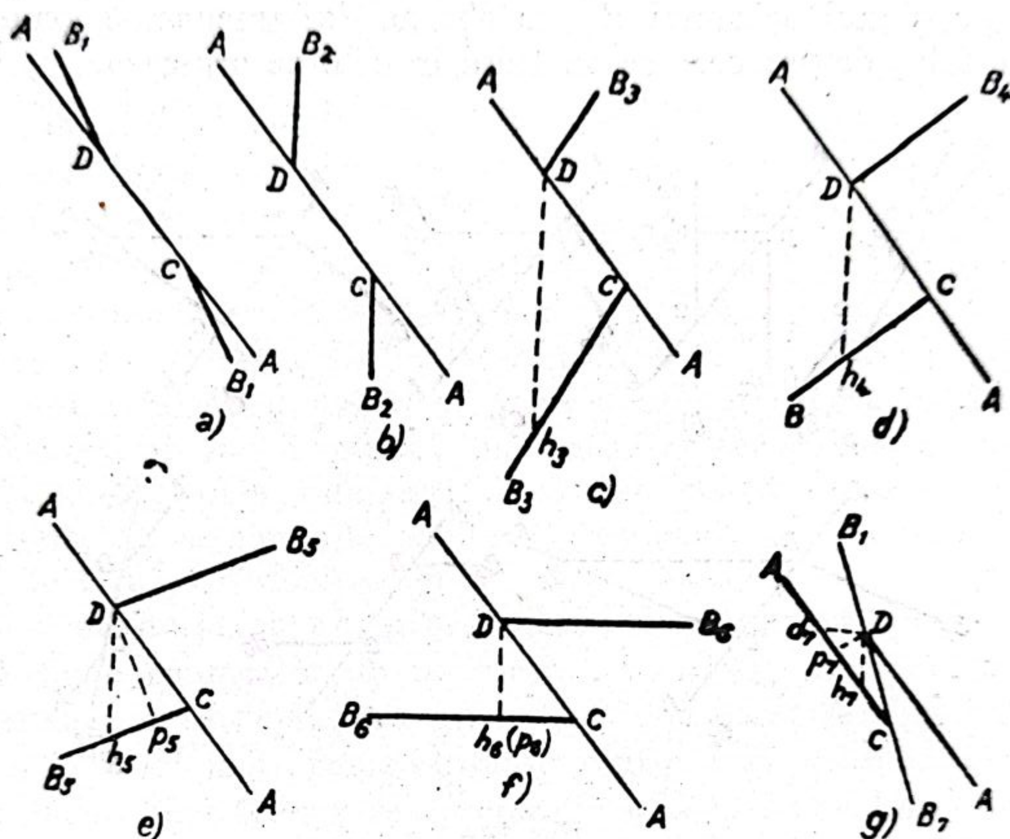


Fig. 145

Cum rezultă din fig. 145, faliile negative arătate se aranjează într'o ordine determinată crescândă, după numărul de direcţii caracteristice, după care se dublează stratul.

Din formele 2 şi 7, de intersecţii orizontale, se obţin următoarele trei forme de falii pozitiv-negative, după sensul liniei de cădere a faliei verticale (falie de cădere şi de supracădere, fig. 146):

1. falia de cădere şi de supracădere obtuză a planului înclinat A pe planul vertical B_2 (fig. 146, *a*);

2. falia de cădere şi de supracădere rectangulară a planului orizontal B_6 pe planul vertical B_2 (fig. 146, *b*);

3. falia de cădere şi de supracădere de unghi ascuţit al planului înclinat A pe planul vertical B_2 (fig. 146, *c*).

Din intersecţiile înclinate arătate, se obţin falii diagonale, pentru care distanţa de deplasare cea mai scurtă (pe perpendiculara dintre

liniile de încrucişare) a flancului stratului din acoperiş ocupă poziţia diagonală, în planul faliei.

La coborîrea flancului stratului din acoperiş se obţin următoarele falii pozitive diagonale de cădere şi de alunecare:

1. falia de cădere şi de alunecare obtuză a planului B_1 pe planul A;

2. falia de cădere şi de alunecare obtuză a planului vertical B_2 pe planul A;

3. falia de cădere şi de alunecare obtuză, neconformă, a planului B_3 pe planul A;

4. falia de cădere şi alunecare rectangulară a planului B_4 pe planul A;

5. falia de cădere şi de alunecare de unghi ascuţit, neconformă, a planului B_5 pe planul A;

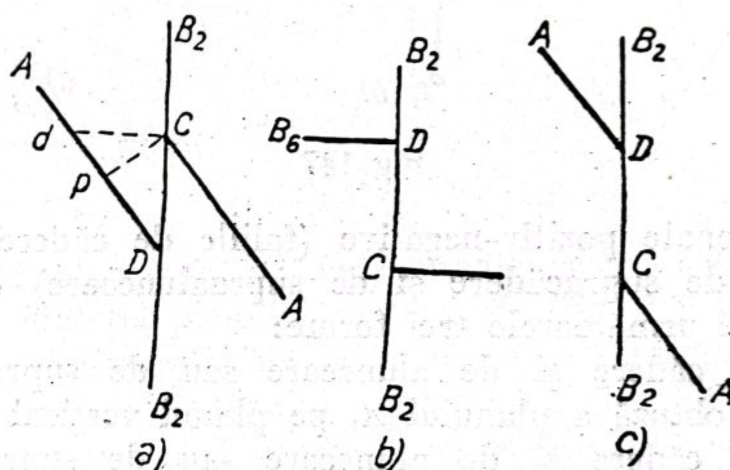


Fig. 146

6. falia de cădere şi de alunecare de unghi ascuţit a planului B_6, a cărei direcţie este perpendiculară pe linia de intersecţie, pe planul A;

7. falia de cădere şi de alunecare de unghi ascuţit, conformă a planului A pe planul B_1.

La ridicarea flancului stratului din acoperiş se obţin următoarele falii negative diagonale:

1. falia de supracădere şi de supraalunecare conformă de unghi ascuţit, a planului B pe planul A;

2. falia de supracădere şi de supraalunecare de unghi ascuţit a planului vertical B_2 pe planul A;

3. falia de supracădere şi de supraalunecare neconformă, de unghi ascuţit, a planului B_3 pe planul A;

4. falia de supracădere şi de supraalunecare neconformă, rectangulară, a planului B_4 pe planul A;

5. falia de supracădere şi de supraalunecare neconformă, obtuză, a planului B_5 pe planul A;

Scanned with CamScanner

6. falia de supracădere și de supraalunecare obtuză a planului B_6, a cărei direcție este perpendiculară pe linia de încrucișare pe planul A;

7. falia de supracădere și de supraalunecare conformă, obtuză, a planului A pe planul B_1.

Formele faliilor diagonale, în interiorul fiecărei grupe, se aranjează la fel ca în celelalte grupe corespunzătoare de falii, cu liniile orizontale de intersecție, după numărul direcțiilor (sensurilor), după care se dublează stratul, adică în grupa faliilor diagonale pozitive, în ordine descrescândă, iar în grupa faliilor diagonale negative, în ordine crescândă.

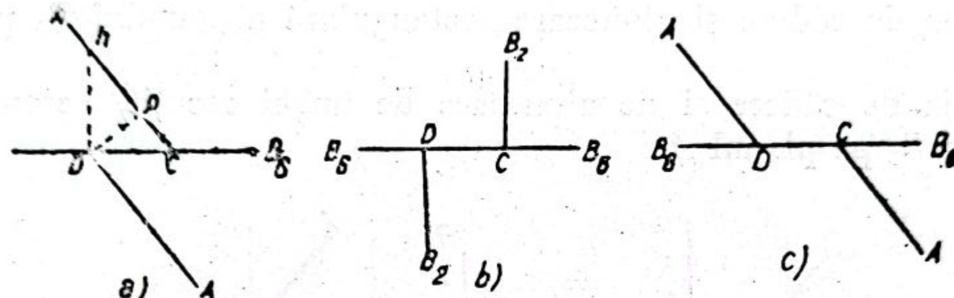


Fig. 147

Faliile diagonale pozitiv-negative (faliile de cădere și de alunecare sau falii de supracădere și de supraalunecare) dau în planul vertical al faliei următoarele trei forme:

1. falia de cădere și de alunecare sau de supracădere și de supraalunecare obtuză a planului A, pe planul vertical B_2;

2. falia de cădere și de alunecare sau de supracădere și de supraalunecare rectangulară a planului B_6, pe planul vertical B_2;

3. falia de cădere și de alunecare sau de supracădere și de supraalunecare de unghi ascuțit a planului A, pe planul vertical B_2.

Dublarea planului pentru această grupă este reprezentată în fig. 146.

In sfârșit, din formele 6 și 7 ale intersecțiilor orizontale și înclinate, cum și din două forme de intersecții verticale, prin deplasarea flancului din acoperiș al planelor A și B_2, pe direcția planului B_6, și a planelor A și B_6, pe direcția planului B_2 se obțin nouă forme de falii pozitiv-negative direcționale (alunecări sau supraalunecări propriu zise). Acestea sunt:

A. *Faliile direcționale pozitiv-negative în planul orizontal al faliei* (fig. 147):

1. falia de alunecare și de supraalunecare obtuză a planului înclinat A, pe planul orizontal B_6 (fig. 147, *a*);

2. falia de alunecare și de supraalunecare rectangulară a planului vertical B_2, pe planul orizontal B_6 (fig. 147, *b*);

3. falia de alunecare și de supraalunecare de unghi ascuțit a planului înclinat A, pe planul orizontal B_6 (fig. 147, *c*).

B. *Faliile direcţionale pozitiv-negative în planul înclinat al faliei:*

1. falia de alunecare şi de supraalunecare obtuză a planului înclinat *A*, pe direcţia planului B_6;

2. falia de alunecare şi de supraalunecare rectangulară a planului vertical B_2, pe direcţia planului B_6;

3. falia de alunecare şi de supraalunecare de unghi ascuţit a planului înclinat *A*, pe direcţia planului B_6.

Dublarea stratului pentru formele de falii în grupele *A* şi *B* este reprezentată în fig. 147.

C. *Faliile direcţionale pozitiv-negative în planul vertical al faliei* (fig. 148):

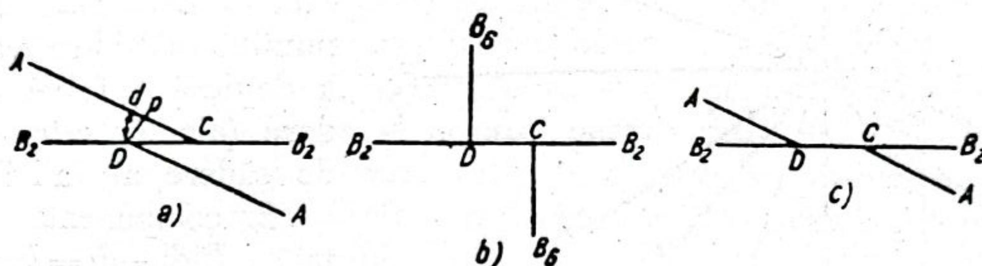


Fig. 148

1. falia de alunecare şi de supraalunecare obtuză a planului vertical *A*, pe direcţia planului vertical B_2 (fig. 148, *a*);

2. falia de alunecare şi de supraalunecare rectangulară a planului vertical B_6, pe direcţia planului vertical B_2 (fig. 148, *b*);

3. falia de alunecare şi supraalunecare de unghi ascuţit a planului vertical *A*, pe direcţia planului vertical B_2 (fig. 148, *c*).

Direcţiile, după care se dublează stratul pentru formele de falii din grupa dată, sunt reprezentate în fig. 148.

Astfel, după clasificarea geometrică a prof. V. I. Bauman, sunt $17+17+9=43$ de forme independente de falii, cuprinse în interiorul grupelor stabilite, aranjate în serii, conform cu caracterului lor. Clasificarea de mai sus prezintă o mare importanţă pentru trasarea lucrărilor miniere spre flancul deplasat al stratului (zăcământului).

După clasificarea prof. Leontovski, se numără 71 de forme de faliere.

Arătând clasificarea faliilor regulate de translaţie, după prof. Bauman, nu se poate omite problema analizată de el a lungimii relative a lucrărilor miniere de explorare, după direcţiile importante pentru săparea lor (orizontală, verticală şi normală faţă de flancurile stratului).

La determinarea lungimii relative a lucrărilor miniere de explorare, după diferite direcţii, se ia, ca mărime de bază, distanţa cea

mai scurtă l dintre liniile de intersecţie în planul faliei, numită de autorul clasificării „mărimea adevărată" a deplasării faliei.

Se va analiza problema, în cazul faliilor cu liniile de intersecţie orizontale.

In fig. 149 este reprezentată secţiunea transversală a intersecţiilor orizontale, unde mărimea adevărată a faliei $DC=l$ se numeşte înălţimea de cădere (aruncare). Ea poate fi descompusă în două componente:

1. componenta verticală $Dh_1=h=l \sin \delta_1$, numită înălţimea verticală a deplasării faliei de cădere (aici δ_1 este unghiul de cădere al faliei), şi

2. componenta orizontală $Dd_2=b=l \cos \delta_1$, care este lăţimea faliei de cădere.

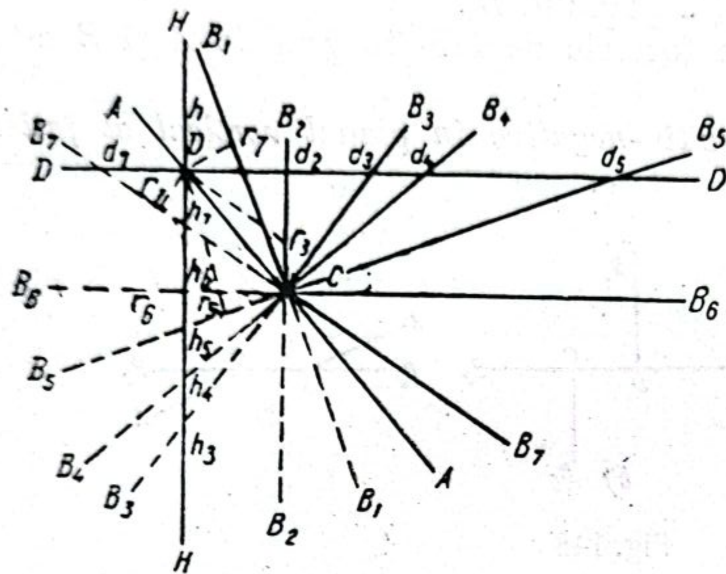


Fig. 149

Aici, punctele C şi D caracterizează poziţia în secţiune a liniilor de intersecţie. Dreptele pline CB_1, $CB_2 \dots CB_7$, sunt urmele planelor flancurilor din acoperişul stratului, pentru faliile de cădere, iar prelungirea lor (liniile punctate) sunt urmele planelor flancurilor din culcuşul stratului, pentru faliile de supracădere. Astfel, fig. 149 se poate considera ca o secţiune transversală a tuturor cazurilor enumerate mai sus pentru cele 14 forme de falii de cădere şi de supracădere.

Construind pentru punctul D direcţia orizontală DD, verticala HH şi distanţele cele mai scurte după direcţiile Dr_1, $Dr_2 \dots Dr_7$ la planul stratului lucrărilor de explorare, şi prelungind aceste direcţii până la intersecţia cu planul stratului, se vor determina lungimile lucrărilor de explorare, pe cale grafică:

$$D=\overline{Dd_1},\ \overline{Dd_2} \dots \overline{Dd_7};$$

$$H=\overline{Dh_1},\ \overline{Dh_2} \dots \overline{Dh_7};$$

şi

$$P=\overline{Dr_1},\ \overline{Dr_2} \dots \overline{Dr_7}.$$

Notând cu δ unghiul de înclinare al stratului şi cu $\nu=\delta-\delta_1$ sau $\nu=180^0-(\delta+\delta_1)$ unghiul dintre strat şi falie, lungimea lucrărilor de explorare are valoarea:

$$P=l \sin \nu=l \sin (\delta \mp \delta_1) \qquad (4.7)$$

Scanned with CamScanner

după direcţia cea mai scurtă, perpendiculară pe planul stratului:

$$D = h\,(\operatorname{ctg}\delta \pm \operatorname{ctg}\delta_1) = l\frac{\sin(\delta \pm \delta_1)}{\sin\delta} \tag{4.8}$$

după direcţia orizontală şi

$$H = -b\,(\operatorname{tg}\delta_1 \mp \operatorname{tg}\delta) = -l\,\frac{\sin(\delta_1 \mp \delta)}{\cos\delta} \tag{4.9}$$

după direcţia verticală.

Semnul din paranteză (—) se ia pentru falii conforme şi (+) pentru cele neconforme.

Pentru D şi H semnul este comun, şi anume: pozitiv, pentru falii de cădere, şi negativ, pentru falii de supracădere, ceeace indică direcţia lucrărilor de explorare, înspre culcuşul sau acoperişul faliei.

Semnul lui P, pentru falii de cădere şi de supracădere conforme, se ia pozitiv pentru primele, şi negativ pentru ultimele. Pentru faliile neconforme, semnul lui P este, totdeauna, pozitiv, şi pentru determinarea direcţiei lucrării miniere trebue să se ţină seamă de prezenţa sau de lipsa dublării stratului.

Pentru faliile pozitiv-negative ale acestei grupe, mărimile P, D şi H, în planul vertical al faliei, se vor calcula corespunzător (pentru $\delta_1 = 90^0$) din următoarele expresii:

$$\left.\begin{aligned} P &= l\sin(\delta \mp 90^\circ) = \mp l\cos\delta; \\ D &= l\frac{\sin(\delta \mp 90^\circ)}{\sin\delta} = \mp l\operatorname{tg}\delta; \\ H &= l\frac{\sin(90^\circ \mp \delta)}{\cos\delta} = \mp l. \end{aligned}\right\} \tag{4.10}$$

Dacă pentru faliile diagonale se construeşte secţiunea normală, aceasta va fi analoagă cu secţiunea reprezentată în fig. 149, deosebindu-se numai prin faptul că planul secţiunii nu este vertical, ci înclinat faţă de orizont cu unghiul de $90^0 - \delta_0$, unde δ_0 este unghiul de înclinare al liniilor de intersecţie.

Exprimând prin δ_1' şi δ' unghiurile de înclinare faţă de orizont, ale urmelor faliei A şi ale planelor B_1, $B_2 \ldots B_7$ în planul secţiunii, se obţin următoarele expresii, pentru lungimile lucrărilor miniere de explorare:

a) distanţa cea mai scurtă după perpendiculară faţă de planul stratului (zăcământului)

$$P = l\sin\nu = l\sin(\delta' \mp \delta_1'); \tag{4.11}$$

b) distanţa cea mai scurtă în planul secţiunii perpendiculară pe linia de intersecţie

$$H' = -l\frac{\sin(\delta'_1 \mp \delta')}{\cos\delta'}; \tag{4.12}$$

Scanned with CamScanner

c) după direcția orizontală în planul secțiunii

$$D'=l\frac{\sin(\delta'\mp\delta'_1)}{\sin\delta'}. \tag{4.13}$$

In aceste relații, l reprezintă distanța pe perpendiculară dintre liniile de intersecție, mărimea înclinată a faliei. Semnul din paranteză și semnul comun pentru P, D' și H' au aceeași semnificație ca și pentru falii, după linia de înclinare a acestora.

Din lungimile lucrărilor miniere, determinate cu formulele (4.11), (4.12) și (4.13), numai P are valoare directă, pentru faliile diagonale. H', fiind perpendicular pe linia de intersecție, are în spațiu o înclinare față de orizont sub unghiul $(90^0-\delta_0)$, unde δ_0 este unghiul de înclinare al liniei de intersecție. D', pentru faliile diagonale, dă distanța orizontală cea mai scurtă după direcția transversală pe direcția stratului. Insemnând cu δ_0 unghiul de înclinare al liniei de intersecție și cu β unghiul dintre proiecția liniei de intersecție și proiecția liniei de direcție a stratului, se găsesc lungimile lucrărilor miniere de explorare verticale și orizontale, transversal față de direcția stratului, și anume:

$$\left.\begin{aligned} H&=\frac{H'}{\cos\delta_0} \\ D&=D'\cos\beta. \end{aligned}\right\} \tag{4.14}$$

și

Pentru faliile diagonale pozitiv-negative, unde în planul vertical al faliei unghiul $\delta_1'=90^0$, lungimile corespunzătoare ale lucrărilor miniere de explorare se obțin din relațiile:

$$\left.\begin{aligned} P&=l\sin(\delta'\mp90^\circ)=\mp l\cos\delta'; \\ D'&=l\frac{\sin(\delta'\mp90^\circ)}{\sin\delta'}=\mp l\operatorname{ctg}\delta'; \\ H'&=-l\frac{\sin(90^\circ\mp\delta')}{\cos\delta'}=\mp l; \\ H&=\frac{H'}{\cos\delta_0}=\mp\frac{l}{\cos\delta_0}; \\ D&=D'\cos\beta=\mp l\operatorname{ctg}\delta'\cos\beta. \end{aligned}\right\} \tag{4.15}$$

Pentru falierile după direcția faliei (faliile direcționale), planul perpendicular pe liniile de intersecție trece prin linia de direcție a faliei, adică $\delta_1'=0^0$, iar liniile de intersecție coincind cu linia de înclinare a faliei ($\delta_0=\delta_1$).

Scanned with CamScanner

Deaceea, pentru falierile direcţionale în planul înclinat al faliei, lungimile lucrărilor miniere de explorare (P, D, H) se vor găsi, corespunzător, din următoarele expresii:

$$\left.\begin{aligned} P&=l\sin\nu=\mp l\sin\delta;\\ D'&=\pm l;\\ H'&=\pm l\operatorname{tg}\delta';\\ H&=\frac{H'}{\cos\delta_1}=l\frac{\operatorname{tg}\delta'}{\cos\delta};\\ D&=D'\cos\beta=\pm l\cos\beta. \end{aligned}\right\}\qquad(4.16)$$

Falierile în planul orizontal al faliei au $\delta_0=\delta_1=0^0$. Planul perpendicular pe liniile de intersecţie este un plan vertical şi trece prin linia de pantă a stratului, adică $\delta'=\delta$ şi $\beta=0$, de unde:

$$\left.\begin{aligned} P&=\pm l\sin\delta;\\ D'&=D=\mp l;\\ H'&=H=\pm l\operatorname{tg}\delta. \end{aligned}\right\}\qquad(4.17)$$

In fine, pentru falierile direcţionale în planul vertical al faliei, planul perpendicular pe liniile de intersecţie este orizontal, prin urmare $\delta_0=\delta_1=90^0$ şi va rezulta

$$\left.\begin{aligned} P&=H'=D=\pm l\sin\delta';\\ H&=\frac{H'}{\cos\delta_1}=\infty \end{aligned}\right\}\qquad(4.18)$$

Aici, dispare diferenţa dintre falierea pozitivă şi cea negativă, ceeace explică semnul dublu al expresiilor pentru P, H' şi D.

Lungimile lucrărilor miniere de explorare pot fi găsite şi pe altă cale, şi anume, prin componentele faliei l, paralele la direcţia şi la înclinarea faliei.

Acestea constitue bazele clasificării lui V. I. Bauman pentru faliile de translaţie regulate.

Cum rezultă din cele expuse, în această metodă sunt luate ca semne distinctive: 1. poziţiile în spaţiu ale liniilor de intersecţie şi ale planului faliei; 2. înclinarea conformă şi neconformă a planelor care se intersectează şi 3. mărimea unghiului diedru dintre strat (zăcământ) şi falie.

Pornind dela aceste considerente, autorul clasificării dă următoarea regulă, care-i poartă numele, pentru regăsirea părţii deplasate a stratului:

a) pentru falierile pozitive, după direcţia de înclinare a faliei şi după direcţia diagonală în planul faliei (propriu zis falie de cădere şi de cădere şi alunecare):

Scanned with CamScanner

„Intâlnind falia cu o lucrare minieră, se caută după traversarea ei partea deplasată a stratului, în direcţia perpendiculară pe linia de intersecţie a stratului şi a faliei, în sensul înclinării faliei, dacă s'a întâlnit acoperişul sau culcuşul faliei".

b) pentru falieri negative, regula arătată se aplică în sens invers (falie de supracădere şi de supracădere şi supralunecare).

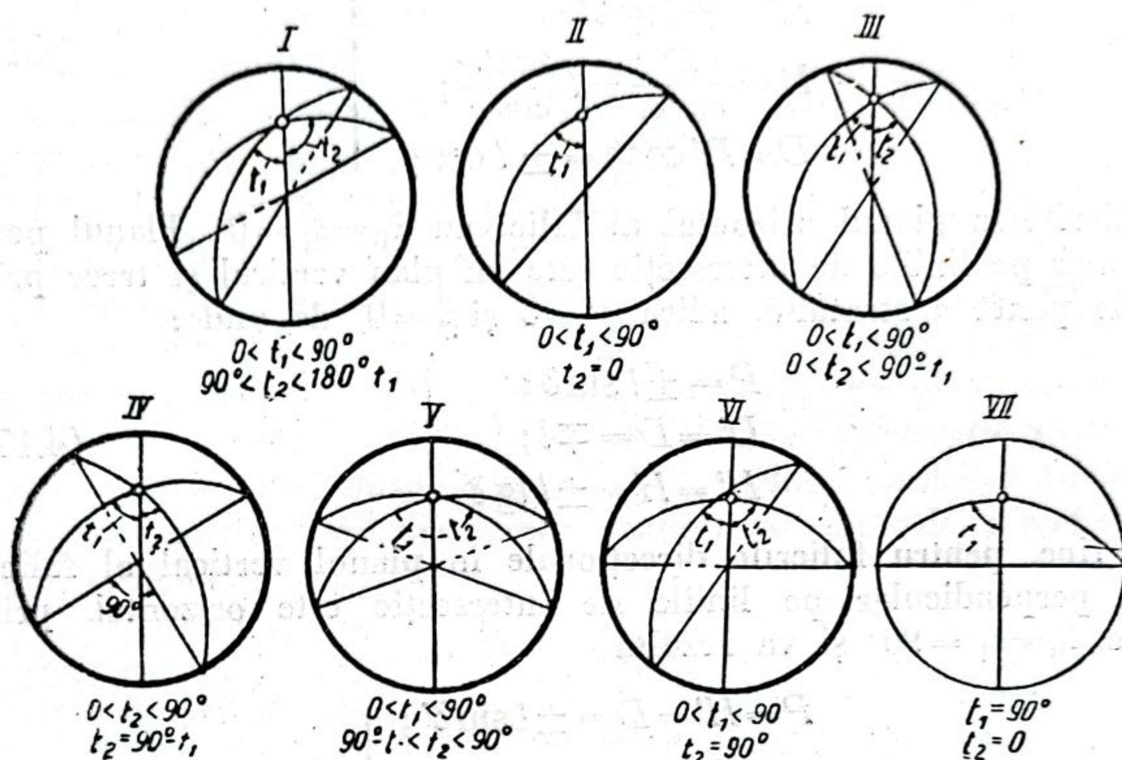


Fig. 150

Regula arătată, ca şi multe alte reguli, dă indicaţii asupra direcţiei lucrării miniere de explorare, numai după ce se cunoaşte felul falierii.

Se pot lua şi alţi indici de diferenţiere şi în acest caz, numărul grupelor şi al formelor de faliere se poate schimba.

In clasificarea faliilor regulate de translaţie, propusă de P. K. Sobolevski (37), ca şi în clasificarea lui V. I. Bauman, datele de plecare pentru caracterizarea relaţiilor unghiulare sunt clasificările interserc̆ţiilor planelor. S'a propus să se reprezinte planele în proiecţie stereografică, iar raporturile dintre elementele de intersecţie să se exprime într'o formă sau alta, cu ajutorul relaţiilor dintre triunghiurile sferice care se formează pe sferă, de planele care se intersectează. In fig. 150 sunt reprezentate, în proiecţie stereografică, formele deosebite ale intersecţiilor înclinate. Aceste forme sunt în număr de 7 : *I* — obtuză, conformă, a planelor înclinate; *II* — ascuţită-obtuză a planului înclinat cu planul vertical; *III* — de unghi ascuţit al planelor înclinate; *IV* — rectangulară a planelor înclinate; *V* — obtuză, neconformă, a planelor înclinate; *VI* — obtuză, con-

formă-neconformă, a planelor înclinate; și *VII* — rectangulară a planului înclinat cu planul vertical.

Intersecțiile orizontale repetă formele tip ale intersecțiilor înclinate, având numai diferența în caracteristica lor, adică linia lor de intersecție va fi orizontală. Numărul formelor tip ale intersecțiilor verticale este egal cu două, și anume: rectangulară și de unghi

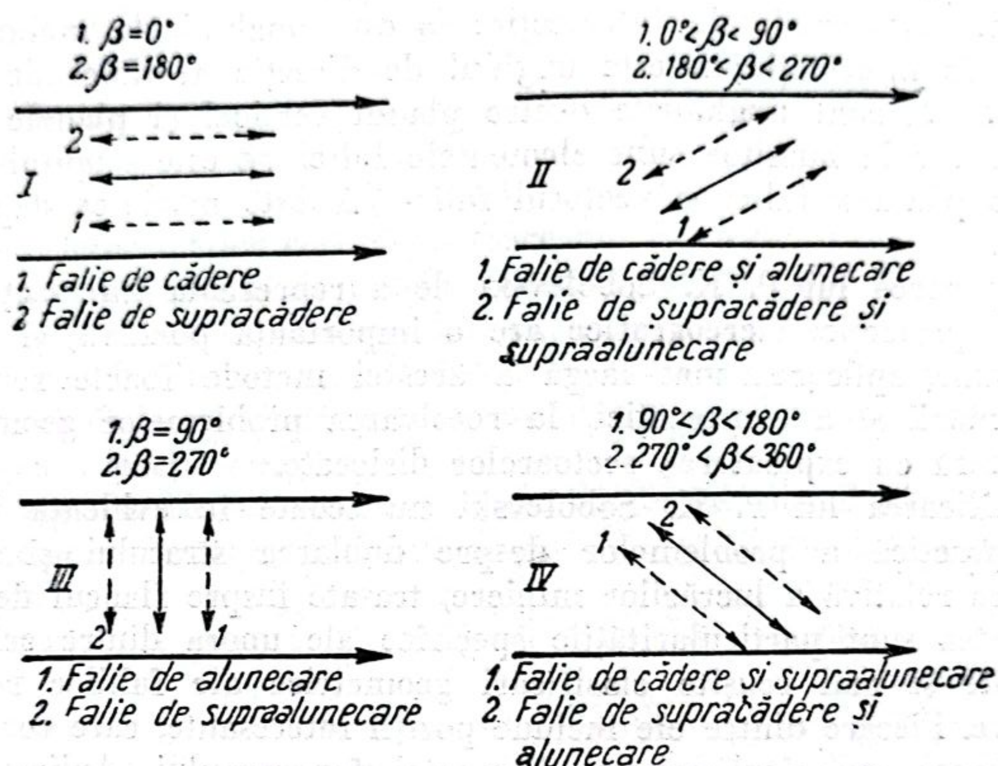


Fig. 151

oarecare. Ca bază a grupării faliilor s'a luat unghiul β, format de linia de pantă a faliei și de vectorul de faliere, și care se citește dela linia de pantă a faliei în șensul invers mișcării acelor unui ceasornic.

După criteriul arătat mai sus, autorul clasificării împarte faliile în planul înclinat al faliei în patru grupe, care se subîmpart în câte două subgrupe. Fig. 151 ilustrează această împărțire. Falia este reprezentată prin două drepte orizontale, în interiorul cărora s'a notat: linia plină cu două săgeți, reprezentând poziția inițială a liniei de intersecție a flancului din acoperiș, iar linia punctată, cu două săgeți, reprezentând poziția ei următoare. Linia punctată notată cu cifra *1* reprezintă faliile din subgrupa întâi, iar cea notată cu cifra 2 reprezintă faliile din subgrupa a doua (fig. 151).

Este remarcabilă simplicitatea și claritatea reprezentării grupelor de falii din fig. 151.

Caracterizarea complectă a formei faliilor este posibilă, dacă sunt cunoscute elementele de intersecție, sensul și mărimea deplasării.

Ca elemente de intersecţie se iau elementele de direcţie şi de înclinare ale liniei de intersecţie, cum şi unghiurile diedre pentru fiecare plan, care se intersectează cu planul vertical, care trece prin liniile de intersecţie — unghiurile t_1 şi t_2. Suma unghiurilor t_1 şi t_2 dau mărimea unghiului dintre falie şi strat. Simbolic, P. K. Sobolevski reprezintă orice falie sub forma $\frac{h_t, t_1, t_2, a}{\beta, \Delta}$, unde, la numărător, sunt date elementele de intersecţie: h_t este unghiul de înclinare al dreptei de intersecţie; a este unghiul de direcţie al liniei de intersecţie; t_1, t_2 sunt unghiurile dintre planul vertical şi planele intersectante, iar la numitor sunt elementele faliei (β este unghiul dintre linia de pantă a faliei şi vectorul faliei, Δ este mărimea deplasării liniare).

Propunerea lui P. K. Sobolevski de a reprezenta intersecţiile cu ajutorul proiecţiei stereografice are o importanţă pozitivă, şi anume că impune aplicarea mai largă a acestei metode foarte reuşite a reprezentării şi a construcţiei, la rezolvarea problemelor geometrice, în legătură cu exploatarea sectoarelor dislocate.

Clasificarea lui P. K. Sobolevski nu scoate în evidenţă importanţa practică a problemelor despre dublarea stratului şi despre lungimea relativă a lucrărilor miniere, trasate înspre flancul deplasat.

Acestea sunt particularităţile specifice ale unora dintre cele mai cunoscute şi mai reuşite clasificări geometrice ale faliilor regulate succesive. Fiecare dintre ele include poziţii interesante, care corespund unui aspect sau altui aspect al esenţei fenomenului. Aplicarea lor raţională şi posibilitatea de a găsi locul potrivit fiecărei poziţii şi căutarea căilor de soluţionare a problemei mai noi şi mai perfecţionate trebue să reprezinte preocupările inginerilor în acest domeniu. Clasificarea geometrică propusă de V. I. Bauman trebue considerată ca o clasificare de bază.

§ 4. DESPRE CARACTERUL FALIILOR OBSERVATE (STUDIATE)

Ţinând seamă de cele expuse mai sus, nu trebue să ne mărginim numai la studiul raporturilor şi al proprietăţilor geometrice proprii unei forme generalizate de faliere.

Organizarea raţională a explorării şi a exploatării sectoarelor dislocate cere cunoaşterea raporturilor, cu privire la distribuţia faliilor, într'o structură geologică sau alta şi a formelor sub care apar faliile. O variaţie mare a condiţiilor geologice implică o variaţie intensă a formelor faliilor observate.

Există o documentaţie foarte extinsă ,care caracterizează formele faliilor şi condiţiile apariţiei lor. Un material documentar mai real,

Scanned with CamScanner

în sensul clasificării detaliilor, prezintă datele pe care le dau lucrările miniere de exploatare.

Faliile şi alte dislocări, care se pot observa mai clar, sunt cele formate în rocele sedimentare.

Primul lucru care atrage atenţia este frecvenţa apariţiei dislocărilor disjunctive (falierile) în regiunile cutate.

Structura cutată a unui sector şi disjuncţiile care stau în legătură cu ea sunt rezultatul acomodării scoarţei terestre din acest sector, la tensiunile alternative, care au avut loc. Mişcările rocelor, care se produc în scoarţa terestră, sunt cauzele stării de tensiune care se naşte între ele. Tensiunile alternative create dau naştere apariţiei deformărilor corespunzătoare ale rocelor.

In procesul formării cutelor, forma determinantă a deformaţiei rocelor o prezintă încovoierea lor, care creează structura cutată. Formarea acesteia din urmă este însoţită de deranjamentele continuităţii pachetului de roce, după planele de slăbire şi deplasarea pe acestea din urmă a părţilor separate.

Se vor da câteva exemple care ilustrează distribuţia faliilor şi a formelor ,sub care ele se întâlnesc în regiuni cu formaţiuni sedimentare.

Este natural să se cerceteze întâi regiunile cele mai bine studiate.

1. BAZINUL DONEŢ

Datorită desvoltării mari a exploatărilor miniere din bazinul Doneţului, s'a putut strânge un material bogat de studiu, asupra tectonicei depunerilor carbonifere.

Bazinul Doneţului reprezintă o creastă cutată complicată prin falieri. Structura sa geologică este alcătuită din formaţiuni mezozoice, paleozoice şi cainozoice. Formaţiile arătate se împart în trei grupe:

1. roce mai vechi decât depunerile carbonifere şi care se află în culcuşul acestora.
2. depunerile carbonifere de vârstă carboniferă;
3. depunerile din acoperiş mai tinere decât stratele carbonifere.

Prin urmare ,secţiunea stratigrafică a bazinului Doneţului se compune, mai ales, din roce de vârstă carboniferă, care sunt reprezentate prin toate diviziunile sale: inferior ,mediu şi superior.

Grosimea cea mai productivă, în sensul conţinutului în cărbuni, este reprezentată prin succesiunea de strate C^5_2, C^6_2 şi C^1_3. Compoziţia litologică a rocelor din aceste pachete de strate este caracterizată prin următoarele date medii procentuale ,în raport cu grosimea totală (46):

a) 68% gresii şi şisturi nisipoase ,dintre care şisturile nisipoase sunt de două ori mai puţine decât gresiile;

b) 28% şisturi argiloase ;
c) restul, calcare (1,6%), cărbune (1,7%), etc.

Grosimea totală a pachetelor de strate arătate este destul de mare. Aceste strate sunt foarte bine deschise prin lucrări miniere, la diferite orizonturi.

Compoziţia rocelor secţiunii şi structura bazinului rezultă din caracterul formării depunerilor carbonifere şi al epocilor geologice următoare. Aici avem tipul numit „paralic" de acumulări de depuneri, care are următoarele particularităţi:

a) dimensiunile mari ale suprafeţei cu cărbuni;
b) grosimea totală, însemnată, a depunerilor;
c) numărul mare al stratelor cu cărbuni;
d) variaţia treptată a grosimilor normale a rocelor.

Concret, proprietăţile indicate ale structurilor se prezintă aici după cum urmează:

1. extinderea pe distanţe mari a unor gresii şi aproape a tuturor calcarelor ;
2. prezenţa calcarelor indicatoare, care sunt carecterizate pe întinderi mari prin forme paleontologice determinate;
3. menţinerea de către calcare şi gresii, pe întinderi mari ,a indicilor litologici, proprii lor;
4. poziţia stratigrafică complect definită a calcarelor în secţiunile transversale ale pachetelor de strate din depunerile carbonifere;
5. menţinerea pe distanţe mari a grosimii normale a rocelor şi a stratelor de cărbuni.

Cea mai mare importanţă în formaţia din bazinul Doneţului o prezintă tectonica Carboniferului şi a Permianului.

Structura de bază aparţine cutării herciniene, care se stabileşte prin discordanţa în această structură a Paleozoicului şi a Mezozoicului. Mezozoicul prezintă o dislocaţie slabă care nu distruge caracterul general al s tructurii cutate ,create anterior.

Forma cutată, paleozoică, a bazinului Doneţului se prezintă în partea întinsă, de Sud, a bazinului sinclinal, al cărui capăt sudic se mărgineşte cu masivul cristalin ucrainean, iar cel nordic, cu o înclinare mai lentă, este aşezat pe roce mai vechi. In fig. 152 este reprezentat sugestiv profilul geologic general, după meridian, al bazinului Doneţului dela Taganrog până la Kantemirovka (46).

Cum rezultă din profil, avem aici aşezarea sinclinală a Devonianului şi a Carboniferului între masivul cristalin ucrainian şi ridicarea din Dogger, în regiunea de anomalie magnetică din Kursk. Flancul sudic al acestui mare sinclinal este strâns în cute. Flancul nordic are înclinarea generală spre Sud.

Particularitatea fundamentală a structurii cutate a bazinului Doneţului o reprezintă cutele liniare, dintre care se deosebesc o serie de

sinclinale şi anticlinale care se succed cu direcţia N-V. In partea de Sud a bazinului Donețului, învecinată cu masivul cristalin, stratele devoniene şi ale Carboniferului inferior au o aşezare regulată,

O expresie specifică, a structurii cutate sub formă de anticlinale are bazinul în partea centrală (anticlinatul principal). Structura cutată se carecterizează printr'o înclinare comparativ mare a flancurilor, cu oarecare răsturnare a cutei spre Nord, exprimată prin înclinarea spre Sud a planului axial şi prin prezenţa dislocărilor (supracutări) longitudinale în partea axei, cum şi a faliilor de ascensiune şi de alunecare conforme, în flancurile cutei.

Spre Nord, anticlinalul principal este înlocuit de o cută sinclinală înclinată nu mai puţin importantă, numită sinclinalul principal.

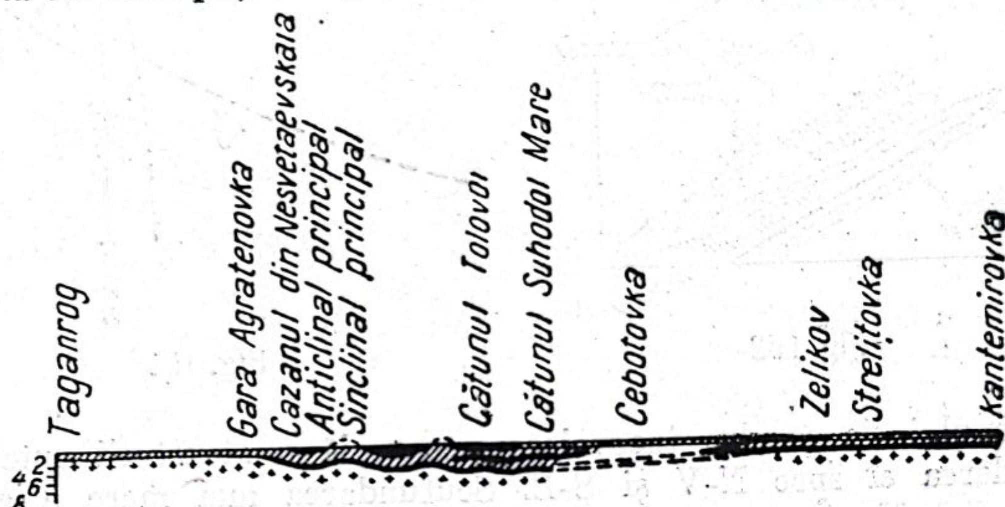


Fig. 152

Mai departe spre Nord, urmează o înălţare anticlinală complexă, numită anticlinalul nordic, al cărui flanc drept este complicat printr'o cutare secundară mai măruntă. Pentru cea din urmă, este caracteristică şi prezenţa unei serii de falii de ascensiune şi de alunecare conformă, longitudinale şi diagonale, şi o oarecare răsturnare a cutelor spre Nord.

Cele arătate sunt valabile pentru întreaga limită nordică a bazinului Donețului. In continuare, spre Nord, urmează o aşezare regulată a aceleiaşi depuneri.

O asemenea dislocare este proprie flancurilor din acoperiş specifică încălicărilor mari. Aceasta permite să se considere că forma cutată a bazinului Donețului vine în contact cu regiunea aşezării regulate a formaţiunii Paleozoicului din partea de Nord, pe calea unei înclinări puternice a părţii de Sud a sinclinalului, comun pe partea de Nord.

In fig. 153 este reprezentată formaţiunea de Sud-Est a sinclinalului din Artemovsk (46), care dă o imagine a structurii bazinului din această parte şi care ilustrează particularitatea sa, expusă mai sus.

A doua particularitate fundamentală a structurii cutate din bazinul Donețului este prezenţa unor serii de ridicături anticlinale, trans-

Scanned with CamScanner

versale, care dau forme închise cutelor în interiorul structurii liniare generale. Direcţia celor mai multe ridicături coincide cu meridianul care trece aproximativ pe la mijlocul bazinului. După direcţia

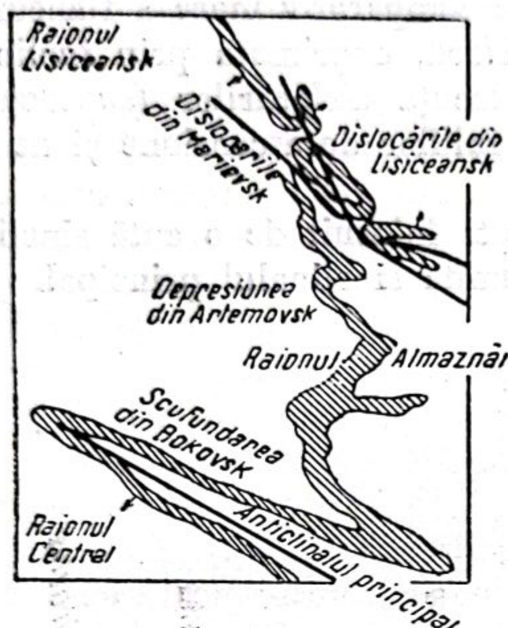


Fig. 153

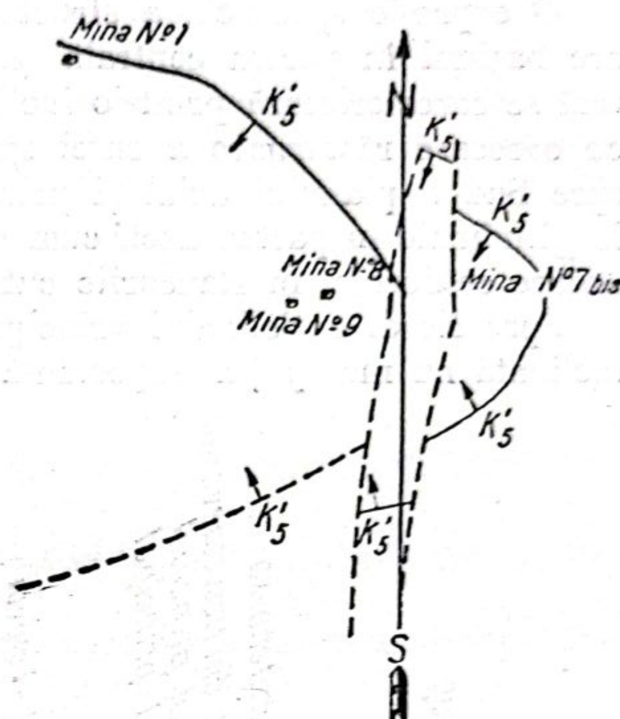


Fig. 154

meridianului s'a produs încovoierea generală a structurii cutate, cu scufundarea ei spre N-V, şi S-E. Scufundarea mai mare a cutelor este spre N-V.

Formarea dislocărilor disjunctive, sub formă de falii de cădere cu înclinare mare, cu direcţia meridională este legată de ridicările transversale indicate.

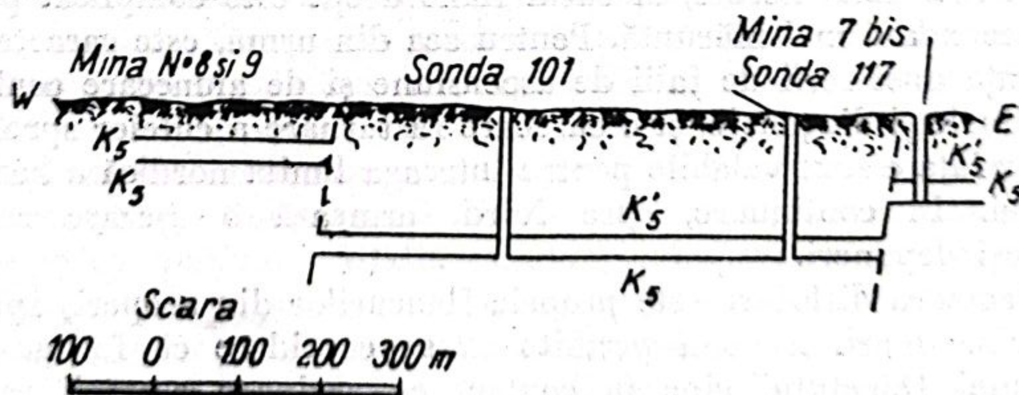


Fig. 155

Astfel de dislocări se pot observa în exploatările miniere din regiunea Cisteakovsk şi Bokovsk-Rovenețk.

Ca ilustrare, se poate da reprezentarea sistemelor de falii din minele 7 bis, 8 şi 9 a acestei regiuni, reprezentate în desen (fig. 154) şi în secţiune verticală (fig. 155).

Scanned with CamScanner

Structurile cutate complexe dau un tablou mai complicat de distribuţie a faliilor şi, invers, cutele simple normale dau o distribuţie relativ simplă a dislocărilor disjunctive.

S'a arătat mai sus că, între structurile cutate fundamentale, se deosebesc o serie de anticlinale şi sinclinale succesive, cu direcţia N-V. Prin desvoltarea lucrărilor miniere din bazin, s'au făcut multe deschideri, deci s'a putut studia şi mai perfect forma cutelor anticlinale.

Dintre anticlinalele deschise prin lucrări miniere face parte şi anticlinalul principal, a cărui parte de N-V este un exemplu clasic

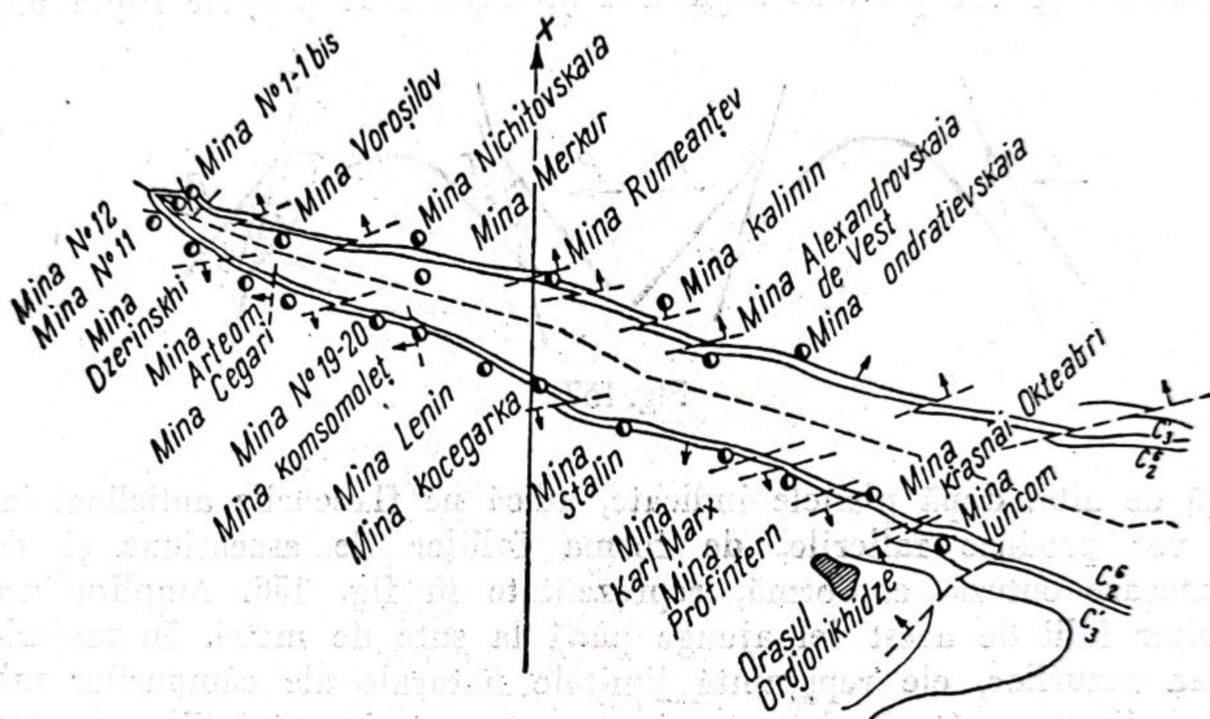


Fig. 156

de cută anticlinală de dimensiuni mari. In fig. 156 este reprezentată imaginea schematică a anticlinalului principal, sub forma aflorimentului unui strat carbonifer, şi anume, cu marcarea faliilor principale din regiunea cutată.

In primul rând, pe întreaga direcţie a cutei se situează o dislocare axială, cu o înclinare mare spre Sud, conformă cu înclinarea planului axial şi care este rezultatul tensiunilor care s'au desvoltat în partea axială a anticlinalului. Prin aceasta din urmă se explică, probabil, fractura faliei, destul de largă la suprafaţă (10—15 m), care este umplută cu materialul frământat, cum şi amplitudinea mică a deplasării relative a părţilor fracturate ale cutei. Este probabilă dispariţia faliei în adâncime, înspre fâşia neutră a grosimii încovoiate. Cum rezultă din fig. 156, flancurile anticlinalului sunt împărţite de o falie diagonală de ascensiune şi de alunecare conformă, într'o serie de platouri, împinse treptat una peste alta.

Scanned with CamScanner

Această formă de faliere pe flancuri se poate imagina ca rezultatul tensiunilor, care au luat naştere dela presiunile desvoltate în flancurile anticlinalului, în timpul procesului formării cutelor, după schema reprezentată în fig. 157. In adevăr, dacă se exercită o acţiune a unei forţe oarecare P asupra cutei, forţa de reacţie P_1 va lua naştere în sens opus acestei forţe.

Descompunând forţele arătate (partea dreaptă din fig. 157) în componente normale şi tangenţiale, se poate imagina existenţa planelor de eforturi maxime de aşchiere pe flancurile cutei. După ce tensiunile vor depăşi limita de rezistenţă admisibilă la forfecare a rocelor, se vor produce separarea şi deplasarea părţilor rupte una

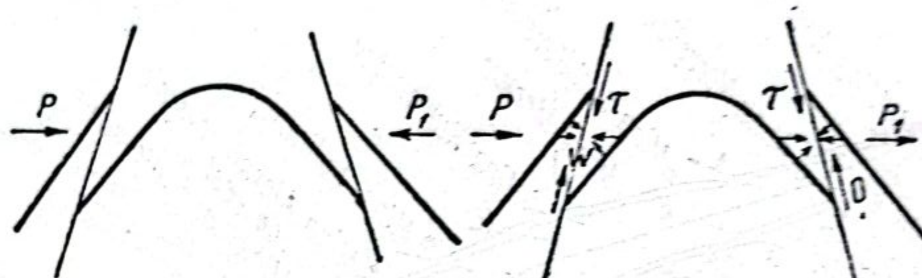
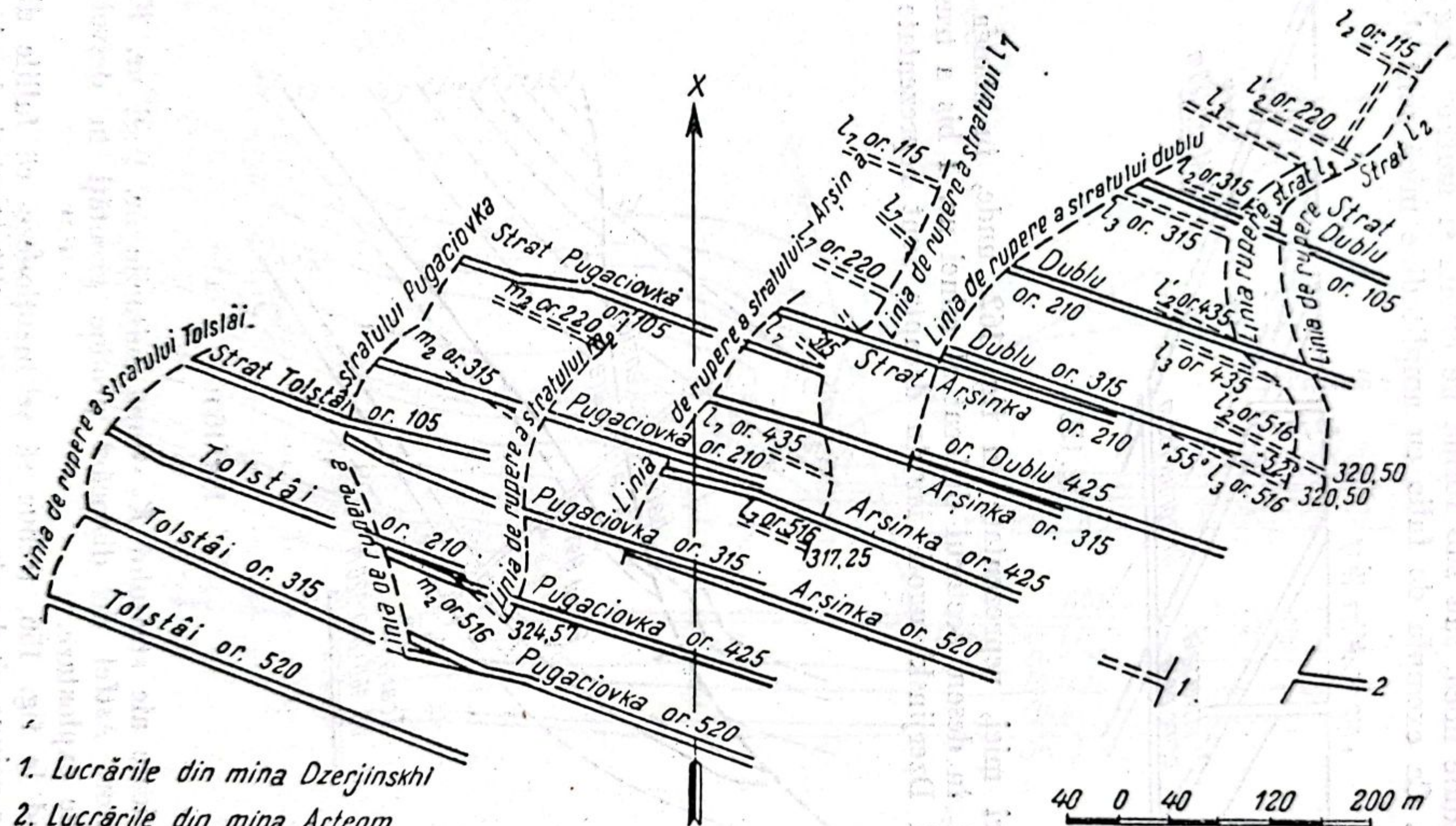


Fig. 157

faţă de alta, după planele indicate, adică pe flancurile anticlinalului se vor produce falierile, de forma faliilor de ascensiune şi de alunecare obtuză, conformă, reprezentate în fig. 156. Amplitudinea multor falii de acest fel ajunge până la sute de metri. In majoritatea cazurilor, ele reprezintă limitele naturale ale câmpurilor miniere. Se vor arăta unele exemple, care caracterizează faliile separate.

In fig. 158 este reprezentată, în plan, falia de ascensiune şi de alunecare din Artemovsk. Aici, lucrările miniere din mina Artem (galeriile de orizont sunt indicate prin linii pline duble) se dirijează spre falia din partea flancului din acoperiş, iar înspre culcuşul flancului sunt dirijate lucrările miniere dela mina Dzerjinski (galeriile de orizont sunt indicate cu liniile duble punctate). Liniile de intersecţie ale stratelor cu faliile au în realitate, probabil, o formă mai regulată decât cea reprezentată în fig. 158, întrucât lucrările miniere în strate se opresc, deobicei, nu la planul principal al faliei, ci lângă deranjamente mai mici, care adeseori însoţesc faliile mari.

In fig. 159 este reprezentat sectorul dislocat al minei nr. 11, în secţiune verticală, după direcţia galeriilor transversale. In fig. 160 este reprezentat acelaşi sector în secţiune orizontală. In fig. 161, aflorimentul liniei de faliere este fixat prin aflorimentele stratelor flancului din acoperiş şi din culcuş. Orizonturile stratigrafice de aceeaşi cotă sunt deplasate, unul faţă de altul, cu 700 m, în sensul galeriilor transversale. Faliile de acest fel cuprind, în flancuri,



Linia de rupere a stratului Tolstâi
Strat Tolstâi
or. 105
Tolstâi
Tolstâi or. 315
Tolstâi or. 520
Linia de rupere a stratului Pugaciovka
Strat Pugaciovka
m_2 or. 220
or. 105
m_2 or. 315
Linia de rupere a stratului m_2
Pugaciovka or. 210
Pugaciovka or. 315
Pugaciovka or. 425
Pugaciovka or. 520
Linia de rupere a
or. 210
m_2 or. 516
324,57
Linia de rupere a stratului Arșin a
l_1 or. 115
l_1 or. 220
l_1
l_1 or. 435
Linia de rupere a stratului l_1
Strat Arșinka
Arșinka or. 210
Arșinka or. 315
Arșinka or. 425
Arșinka or. 520
l_1 or. 516
317,25
Linia de rupere a stratului dublu
l_2 or. 315
l_3 or. 315
Dublu
or. 210
Dublu or. 315
or. Dublu 425
l'_2 or. 435
l_3 or 435
l'_2 or. 516
55
l_3 or. 516
320,50
320,50
Linia rupere strat l_1
Linia de rupere
Strat Dublu
or. 105
l_1
l'_2 or. 220
l_2 or. 115
Strat l_2
X
1
2
40 0 40 120 200 m
1. Lucrările din mina Dzerjinskhl
2. Lucrările din mina Arteom

Fig. 158

succesiuni întregi de strate. Ele sunt însoţite, adescori, de dislocări mici, care afectează stratele izolate şi care apar sub forma faliilor de amplitudine mică, sau sub formă de efilări şi umflări (îngroşări) a stratelor. Ca exemplu de falie cu amplitudine mică sunt sistemele

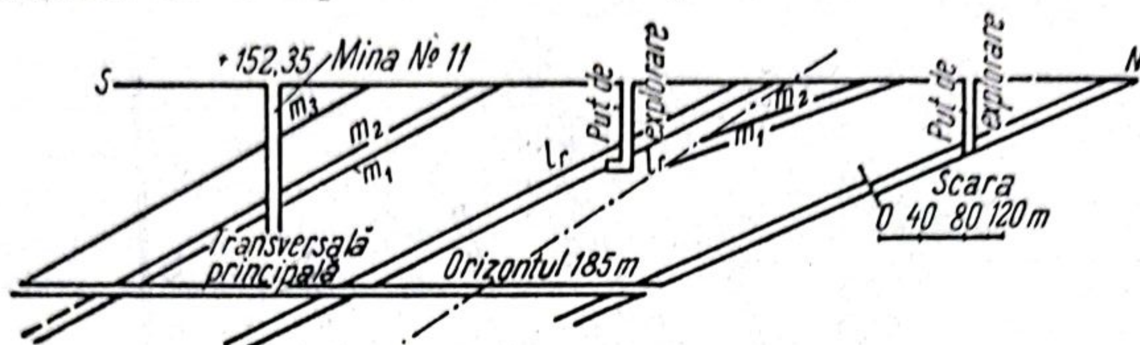


Fig. 159

de dislocări mici, reprezentate în fig. 162, unde, în stânga, este reprezentat, în desen, sectorul dislocat al minei nr. 1 bis a trustului de cărbuni Dzerjinski ugoli, iar în dreapta sunt reprezentate sec-

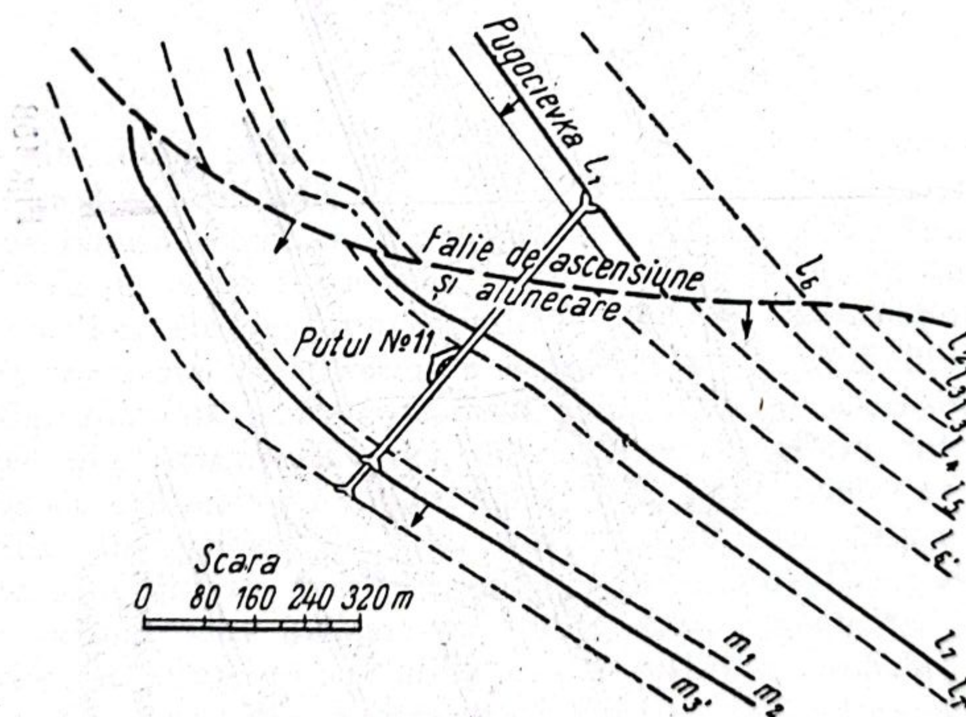


Fig. 160

ţiunile verticale ale stratului K_8, după suitorile nr. 9 şi nr. 10 ale acestui sector. Astfel de dislocări produc greutăţi în desvoltarea lucrărilor de exploatare.

Revenind la fig. 156, trebue să se menţioneze, că faliile diagonale de ascensiune şi de alunecare pe flancurile anticlinalului principal s'au desvoltat, în majoritatea cazurilor, după un acelaşi sistem de fracturi şi numai în cazuri izolate, de exemplu la minele Cegari,

Scanned with CamScanner

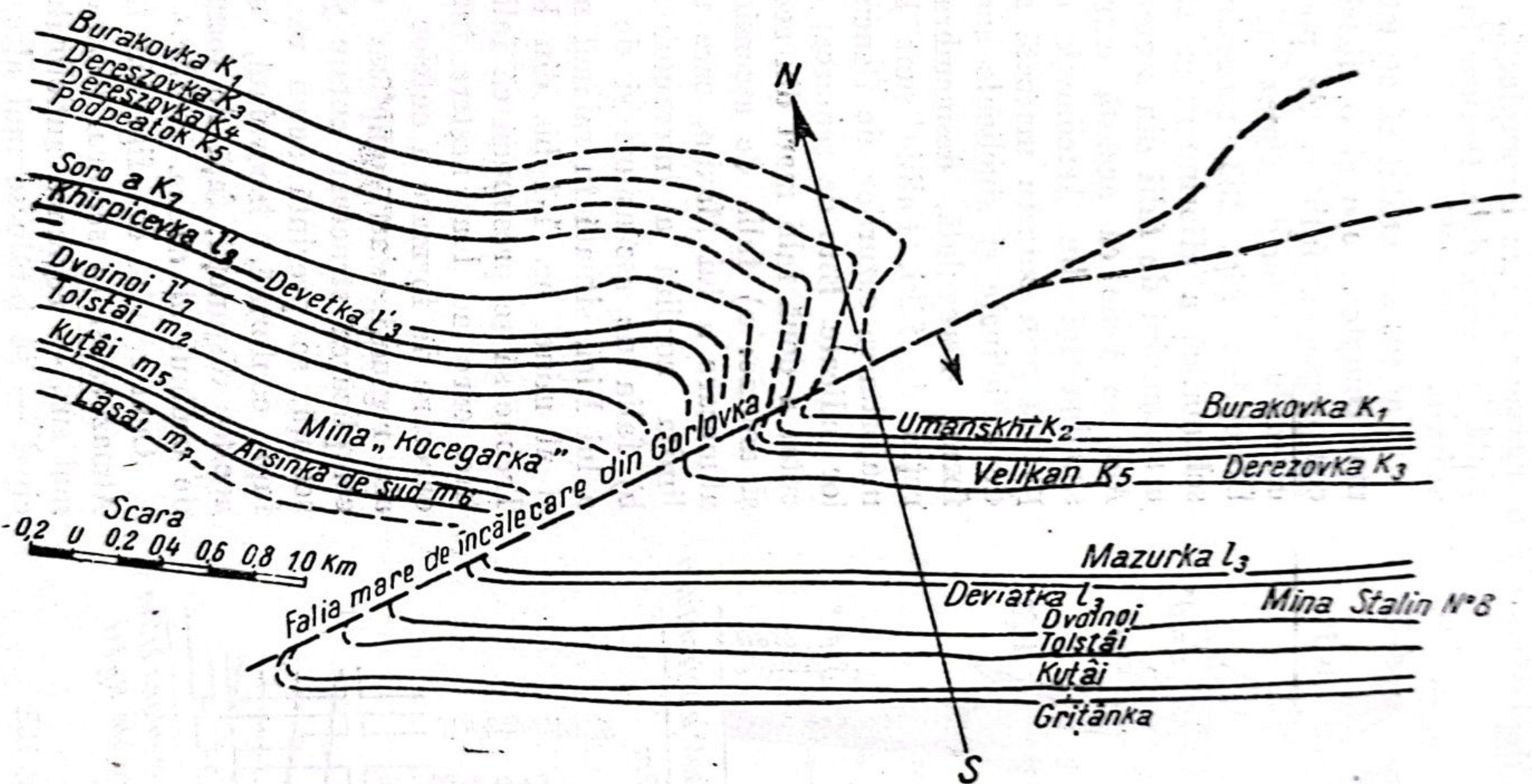


Fig. 161

Scanned with CamScanner

Komsomoleţ nr. 1-1 bis se întâlnesc falii, care depind de alte sisteme de fracturi. Totodată este caracteristică amplitudinea relativ mai mică a deplasărilor şi o oarecare rupere incomplectă. Ele reprezintă trecerea dela flexură la falii desvoltate.

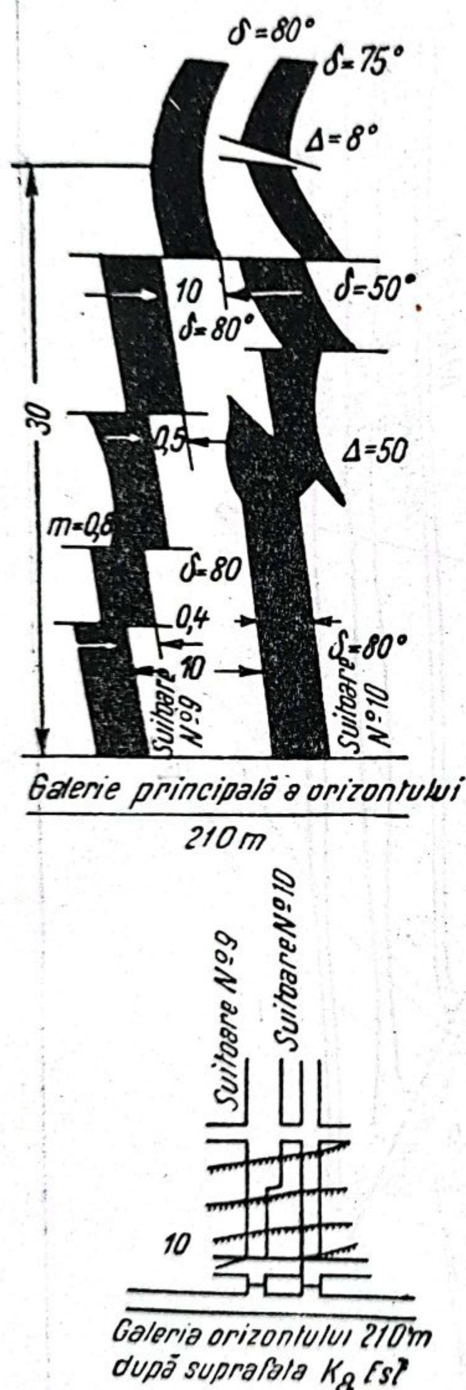


Fig. 162

Mai sus s'a arătat că structura cutată mai complexă are şi o distribuţie mai complicată a faliilor. Se poate da ca exemplu sectorul Almaz al bazinului Doneţului. Fig. 163 reprezintă harta schematică a aflorimentelor stratelor şi a sistemului de falii din sectorul Almaz. Aici se vede că această extremitate a sinclinalului din Artemovsk este complicată prin cutarea marcată sub formă de anticlinale şi sinclinale succesive de formă neregulată, desmembrate de o reţea de falii. Faliile sunt legate, în majoritatea cazurilor, de flancurile cutelor indicate. Este de remarcat caracterul cutat a două falii mari din acest sector, şi anume: a) falia de ascensiune şi de alunecare a lui Maxim, care trece prin limita nordică a întregului sector şi b) falia de ascensiune şi de alunecare a lui Ilici, situată în raionul minei Ilici şi al minei nr. 1-1 bis din Krivorojie. Trebue să se presupună că faliile amintite, care au luat naştere într'o etapă oarecare de formare a cutelor principale ale regiunii, s'au complicat odată cu complicarea structurii cutate şi în consecinţă, se prezintă acum ca o suprafaţă conformă, încovoiată, a faliilor acestor disjuncţii, faţă de forma cutelor de ordinul al doilea.

Cum rezultă din fig. 163, în sectorul Almaz ca şi în sectorul central, amintit mai sus, — regiunea anticlinalului principal — se întâlnesc mai ales falii diagonale de ascensiune şi de alunecare conforme.

Pentru ilustrarea celor expuse se arată secţiunea verticală după galeriile transversale ale minelor nr. 1 şi 1 bis din Krivorojie.

Falie de ascensiune și alunecare din Maximovsk
Falie de ascensiune și alunecare din Irminsk
8-8 bis
Mina Stalin
N°4-2 bis
Falie de ascensiune și alunecare Nord din Kalinovsk
N°4
N°6
N°36
Falie din Kamensk
Falie din Irminsk
Mina Parhom
N°33 bis
N°38
Falie de ascensiune și alunecare din Ilicevsk
N°19
N°2-5
Mina Ilici
N°5
N°8
N°7-8
Mina Babakli
Mina Galkhi
N°5-6
N°1-1 bis
N°39
Falie de ascensiune și alunecare din Maximovsk
Mina kramatorskaia
Râul Lugani
Râul Lomovatka
Falia IIª de ascensiune și alunecare din Briansk
N°8-9
Falia IIIª de ascensiune și alunecare din Briansk
N°6-6 bis
N°21-23
Gara Almaznaia
N°11
N°14
N°12
krasavcik
N°43
Falia IVª din Briansk
N°6
krasnopolie
Almaz Orel
Falie de ascensiune și alunecare din Pavlovsk
N°21 bis
Falie din krasnopolievsk
Mina Armenskaia

Fig. 163

(fig. 164), unde este reprezentată aşa numita „marea falie de ascensiune din Krivorojie“ care, după cum s'a precizat mai târziu, este continuarea faliei de ascensiune şi de alunecare din Ilici.

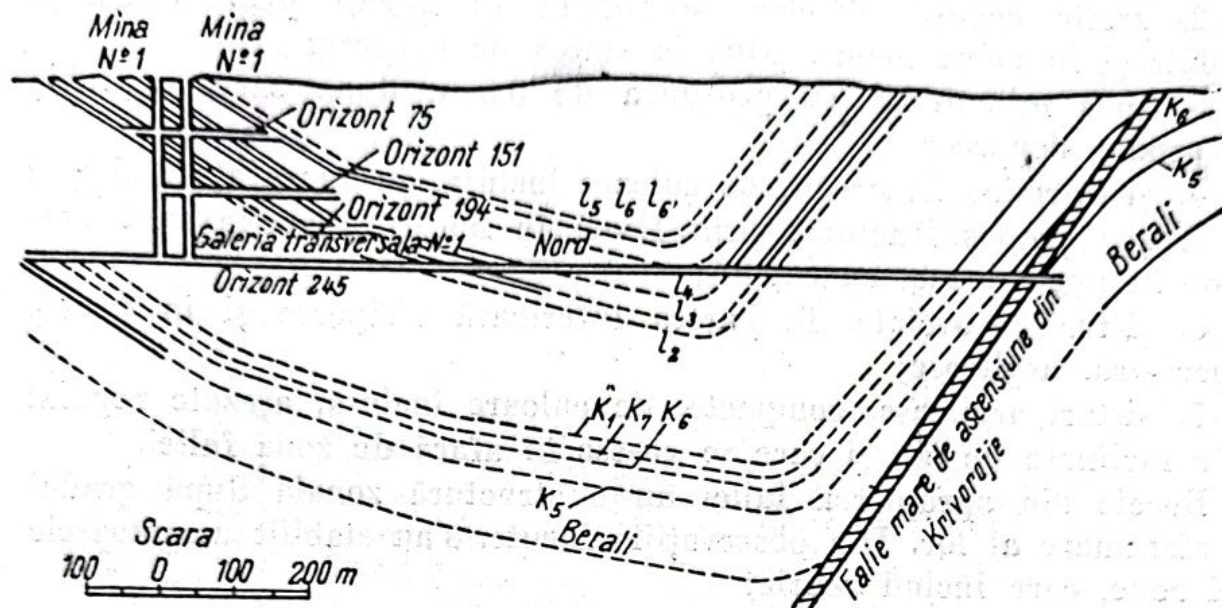


Fig. 164

In fig. 165 este reprezentată secţiunea 1 a faliei de ascensiune şi de alunecare din Irminsk, după galeriile transversale ale minei

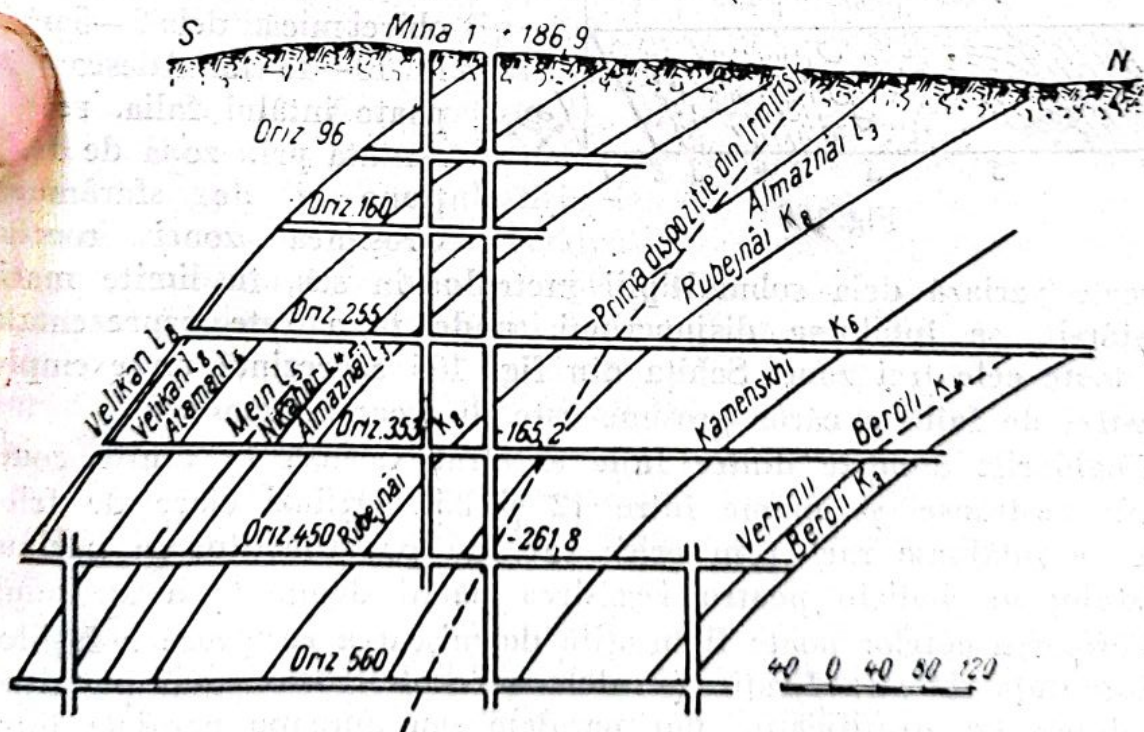


Fig. 165

Ţentralinaia-Irmino-Stalin. Schiţa zonei acestei falii din peretele transversalei, pe o extindere de 7 m la orizontul 456, este repre-

Scanned with CamScanner

zentată în fig. 166. In cele ce urmează se arată situaţia geologică din zona faliei şi descrierea rocelor din această zonă:

1. gresie compactă, cenuşie deschisă, cu înclinarea de 60°;

2. gresie cenuşie deschis, sfărâmată în bucăţi prin crăpături vizibile şi în unele locuri, până la starea de curgere;

3. zona milonitului cu grosimea de 0,5 m, după care, probabil, s'a produs deplasarea;

4. şist argilos, în bucăţi, de culoare închisă, cu suprafaţa lucioasă;

5. şist argilos fracturat prin fisuri în bucăţi. Fisurile sunt umplute în unele locuri cu calcită;

6. şisturi încovoiate, în partea inferioară nisipoase şi în partea superioară, argiloase;

7. şisturi argiloase, compacte, de culoare închisă, aşezate regulat cu o înclinare de 60° şi care se găsesc în afară de zona faliei.

Rocele din apropierea faliei au o structură zonală după gradul de sfărâmare al lor. Din observaţiile făcute, s'au stabilit următoarele trei zone, care includ rocele:

1. de fricţiune, 2. de sfărâmare şi 3. de încovoiere.

Zonele arătate nu se desvoltă complect în toate faliile. La unele disjuncţiuni, falia poate fi reprezentată numai prin prima zonă. In aceste cazuri, grosimea zonei dislocate este deobicei mică, dela 2—5 până la 10—15 cm. Adeseori se poate întâlni falia, reprezentată prin zona de fricţiune şi de sfărâmare. Grosimea zonei rocelor dislocate variază dela submultiplii metrului în sus, în limite mari. In sfârşit, se întâlnesc disjuncţiuni, unde falia este reprezentată prin toate cele trei zone. Schiţa din fig. 166 reprezintă un exemplu de astfel de falii, a căror grosime este, în general, mare.

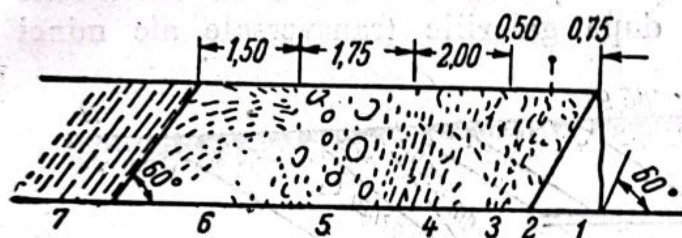


Fig. 166

Unghiurile ascuţite dintre falie şi strat variază în limite comparativ restrânse, şi anume între 12 şi 35°. Oglinzi clare de fricţiune se întâlnesc rar şi în orice caz, nu pot constitui în bazinul Donețului un indiciu pentru regăsirea părţii deplasate a stratului.

Formarea cutelor poate fi însoţită de mişcarea reciprocă a fâşiilor pe suprafaţa de stratificaţie (stratele se ocolesc lent unul pe altul, suprafeţele de stratificaţie sunt paralele sau aproape paralele între ele). In acest caz, formaţiunea cutată se numeşte paralelă (27). Dar paralelismul poate să nu existe. Atunci, stratele devin grupate (blocate) într'un pachet a cărui curbare se produce în întregime şi provoacă, în părţile convexe, un exces de material, iar în părţile

Scanned with CamScanner

concave, o lipsă de material. In acest caz, formaţiunea cutată se numeşte „blocată".

Pentru ilustrarea ambelor cazuri de cutare poate servi experienţa cunoscută cu pachetul de hârtie. Dacă se strâng capetele pachetului, la încovoierea lui, foile separate se vor deplasa reciproc, încovoindu-se, rămânând paralele între ele (fig. 167).

Dacă, însă, se încovoaie pachetul de hârtie, care are capetele strâns fixate, coalele pachetului se vor bloca. Curbarea începe cu stratul superior al părţii bombate. Acest strat va fi supus la tensiune, iar toate celelalte, la compresiune. Compresiunea creşte spre

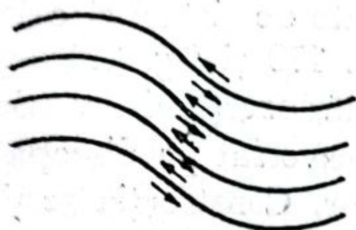


Fig. 167



Fig. 168

partea curbată. Dacă pe partea bombată fâşiile nu rezistă la tensiune, ele se rup succesiv şi rolul fâşiei conducătoare trece asupra fâşiei mai rezistente din interior (fig. 168).

Grosimile rocelor sedimentare se compun dintr'o serie de fâşii succesive, care nu reacţionează la fel la compresiune, în toate sensurile. Pentru o anumită adâncime a formării cutelor, unele roce se vor găsi în stare plastică, iar altele, mai rezistente, care formează aşa numitele fâşii conducătoare, nu ating încă această stare. La curbarea întregului complex de roce, cele secundare, care suportă tensiunile în regiuni mai întinse, formează arcele scheletului cutelor, în timp ce rocele primare, care suportă, în majoritatea cazurilor, numai tensiunile din interiorul fâşiei, formează o cutare slabă. Din acest punct de vedere se poate vorbi despre cutarea paralelă a fâşiilor de control şi despre cutarea blocată a fâşiilor plastice. Astfel, ambele feluri de formare a cutelor au loc concomitent.

In cazul formării unor cute paralele, se produc faliile principale, iar în condiţiile formării cutelor blocate, se produc faliile mai mici.

Practic este destul de important să se deosebească formele faliilor între strate, de formele faliilor regionale, şi prin aceasta să poată fi localizate mai just. Aceasta prezintă o importanţă deosebită în condiţiile de exploatare, când dislocările dintre strate determină detaliile structurii zăcământului şi în consecinţă, condiţiile de exploatare.

In fig. 169 este reprezentat, în plan, un sector al sinclinalelor Duvan din bazinul Doneţului. Se vede o cutare slabă, complicată prin deplasări, în limitele pachetului de strate C_2^6. Deplasările se întrerup, la apropierea de stratele C_2^5.

Pachetul de strate C_2^6 este compus, mai ales, din şisturi argiloase şi din strate de calcare şi gresii, în timp ce grosimea stratului C_2^5, începând cu calcarul K_7, până la orizontul inferior al stratului principal exploatabil, este compusă din gresii compacte şi din strate de şisturi şi calcare. Fig. 170 şi fig. 171 reprezintă secţiuni verticale, transversal pe direcţia rocelor. Construcţia secţiunii (fig. 170) s'a făcut fără a se ţine seamă de deformaţiile dintre strate, adică nu este justă; secţiunea din fig. 171 este construită just. Astfel se prezintă situaţia faţă de caracterul distribuirii faliilor, în unele structuri cutate, ale bazinului Doneţului.

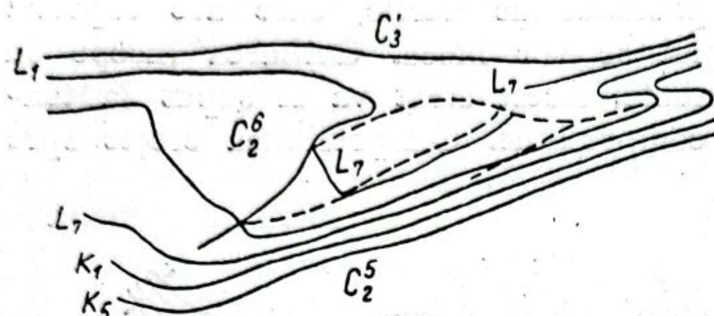


Fig. 169

Din cele expuse rezultă că trebue să existe o legătură între dislocările plicative şi cele disjunctive.

In procesul formării cutelor în diferite etape şi în porţiunile distincte ale cutelor se desvoltă tensiuni, care au ca rezultat de-

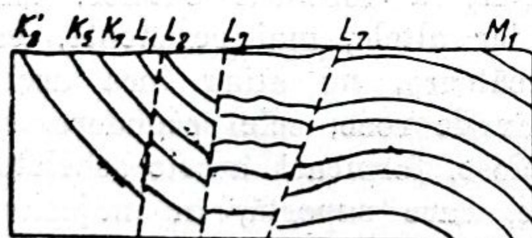


Fig. 170

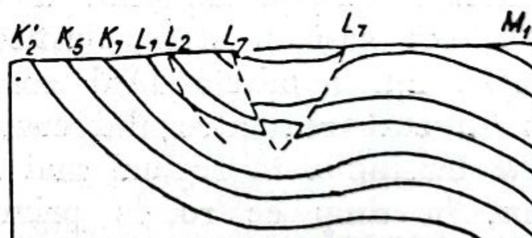


Fig. 171

formaţii de ruperi, de forfecări şi de încovoieri. Pe de altă parte, este cunoscut că rocele reacţionează în mod diferit la solicitările mecanice, la care sunt supuse.

De exemplu, pentru calcare şi gresii s'au obţinut, în urma numeroaselor încercări, următoarele rezultate medii, pentru rezistenţele admisibile la încovoiere şi la forfecare (44).

1. Pentru calcare, rezistenţa admisibilă la compresiune este de 450 kg/cm², iar rezistenţa admisibilă la forfecare este de 40 kg/cm².

2. Pentru gresii, corespunzător, 456 şi 30 kg/cm².

Trebue să se precizeze, că datele arătate s'au obţinut în alte condiţii, decât cele în care s'au format deplasările în realitate. Condiţiile naturale de deformaţie a rocelor se deosebesc prin presiuni foarte mari (compresiune din toate sensurile) şi cu o desfăşurare foarte lentă a proceselor geologice, care nu se pot reproduce experimental. Deaceea, relaţiile arătate mai sus, aplicate la formaţiunile geologice, trebue considerate ca date aproximative.

Caracteristicele faliilor, observate în unele regiuni din bazinul Donețului, se referă, mai ales, la faliile din cutele anticlinale. Pentru aceleaşi condiţii geologice, ar fi fost de dorit să se obţină şi caracteristica de distribuire a disjuncţiunilor, cum şi formele lor de apariţie în cutele sinclinale. In stadiul actual al lucrărilor de exploatare, însă, aceste date nu se cunosc deocamdată. Deaceea, se vor prezenta unele exemple de distribuire a faliilor în cutele sinclinale, în alte condiţii geologice.

2. BAZINUL KUZNEȚK

Zăcămintele din bazinul Kuznețk aparţin zăcămintelor carbonifere, dislocate prin disjuncţiuni.

Depunerile carbonifere ale bazinului sunt situate într'un sinclinal mărginit la N-E de Alatan din Kuznețk, la S-V — de lanţul munţilor din Salair, iar la Sud — de coastele lor (fig. 172).

Secţiunea bazinului Kuznețk prezintă o grosime mare a rocelor, dela Cambrian până la Terţiar, incluziv. Numai depunerile carbonifere ale Permianului şi ale Jurasicului au o grosime mai mare decât 10 km, ceeace dovedeşte desvoltarea sedimentelor de tip sinclinal.

Depunerile productive principale ale bazinului, sedimentele de vârstă permiană, sunt reprezentate prin sedimente argilo-grezoase, cu strate de cărbuni de grosime uniformă. Diviziunea grosimii pe suite de strate se face după anumite diferenţieri litologice ale rocelor, după floră şi faună şi, mai ales, după prezenţa sau absenţa stratelor de cărbuni. In partea centrală a bazinului, sedimentele au o aşezare mai regulată, decât în părţile periferice. In părţile periferice, unde rocele mai vechi aflorează, caracterul structurii cutate se complică. Aici se observă înclinări mari, cute ascuţite, răsturnate către centrul bazinului şi o serie de fracturi şi suprapuneri, care complică mult structura periferică a bazinului, ceeace este reprezentat în secţiunea bazinului după direcţia *II-II* (fig. 173). Caracterul tectonic general arătat determină formele şi distribuţia dislocărilor mai mici.

Studiul detaliat al disjuncţiunilor din câmpurile miniere, după datele lucrărilor miniere de explorare şi de exploatare, s'a făcut

de către mulți cercetători, printre care s'a evidențiat grupul geologilor siberieni, elevi ai academicianului M. A. Usov. Organizarea rațională a exploatării multiplelor sectoare dislocate a provocat o bună organizare a serviciului geologic și topografic minier. Una

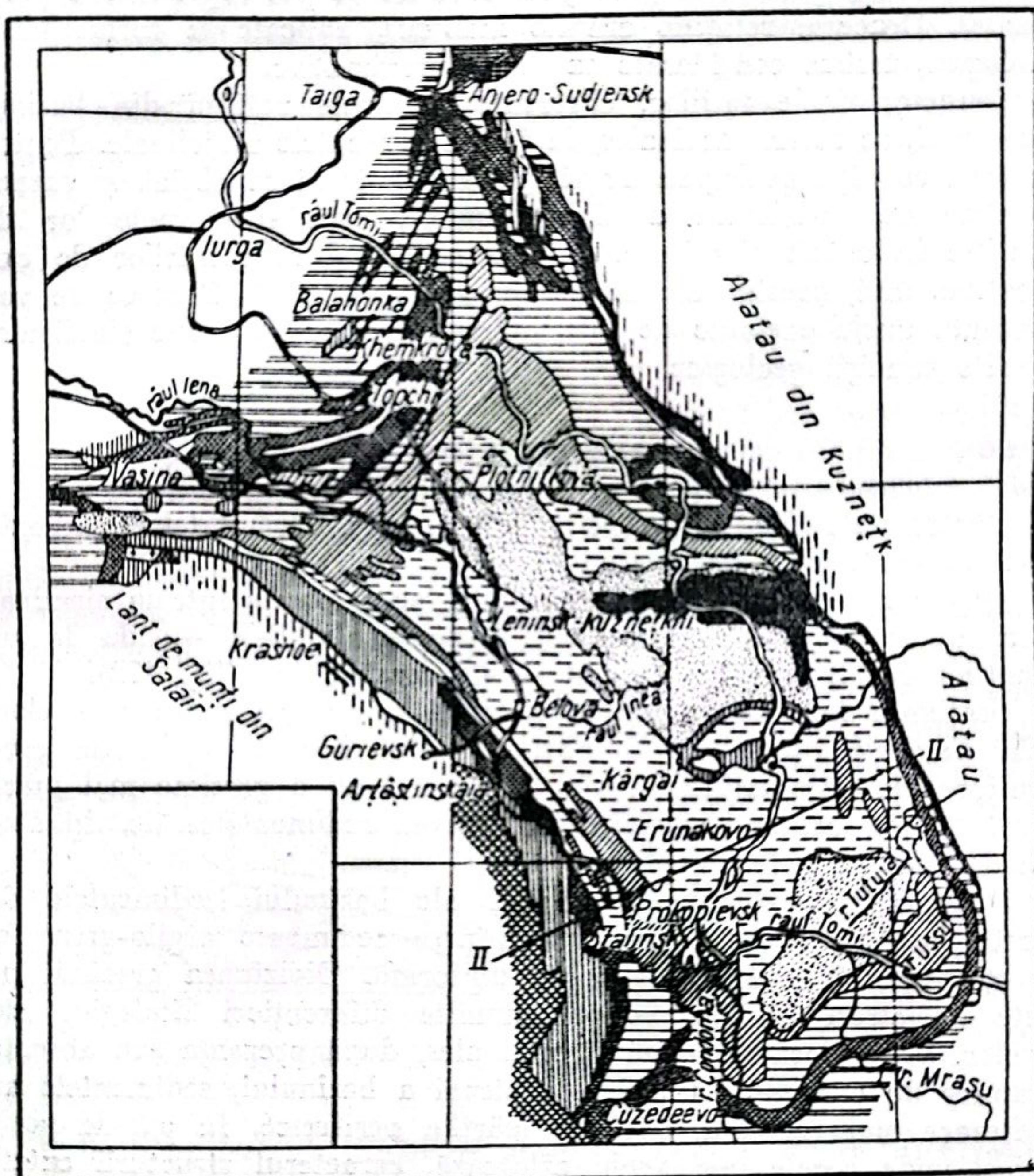


Fig. 172

dintre sarcinile principale ale serviciilor amintite este studiul structurii câmpurilor miniere și asigurarea lucrărilor miniere, prin direcția lor justă.

Legătura dintre elementele dislocărilor plicative și disjunctive, stabilită mai sus, se confirmă și aici.

Scanned with CamScanner

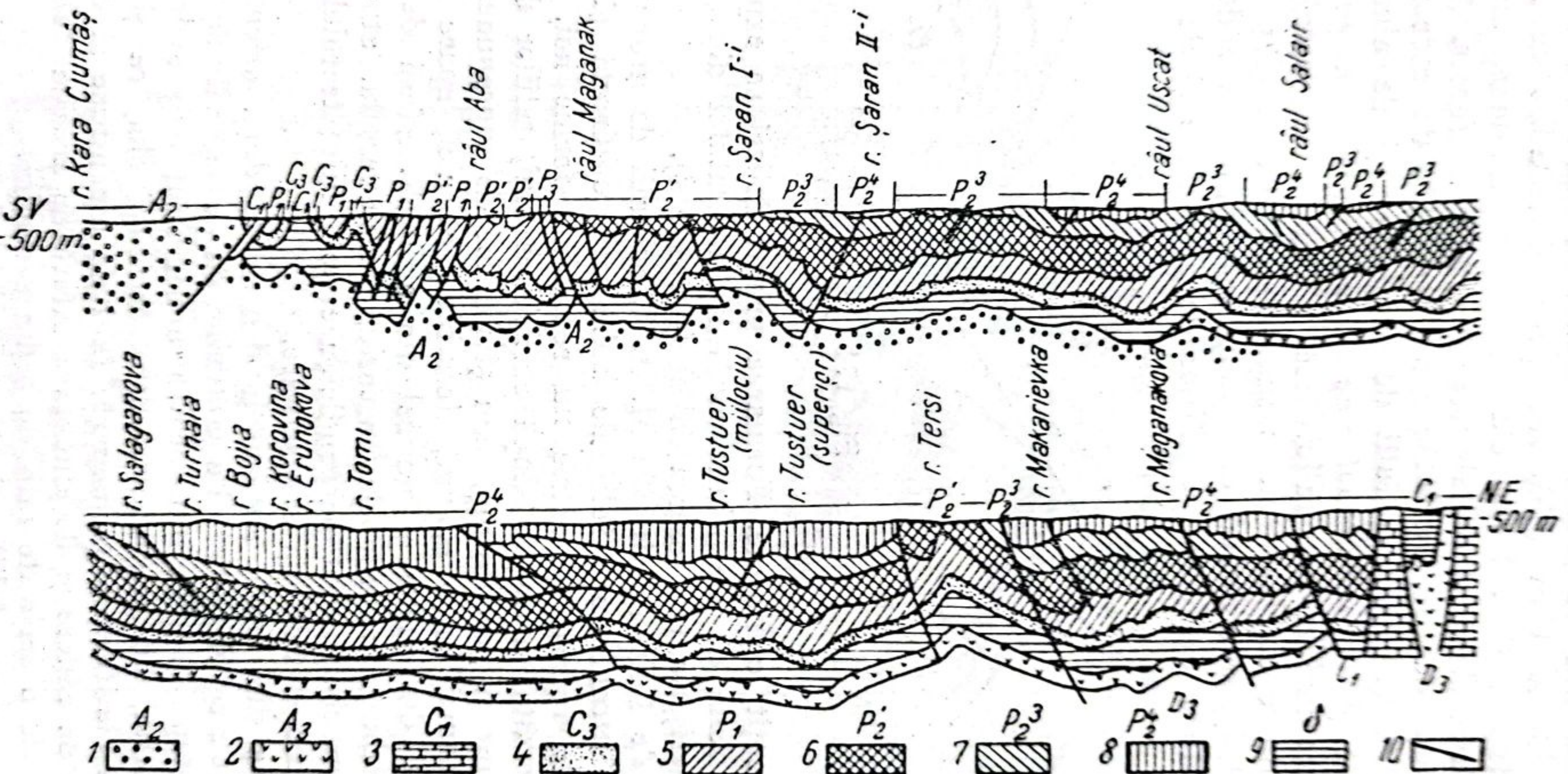


Fig. 173

Scanned with CamScanner

Numărul mare de sisteme de falii observate aici se încadrează într'un număr mic de forme răspândită în bazin, clasificate după metoda lui M. A. Usov (43). Aici predomină faliile de ascensiune conforme (fig. 174, *a*). După clasificarea lui Bauman, acestea vor fi falii de ascensiune și de alunecare, obtuze, conforme. Alături de ele pot exista, dar se întâlnesc mai rar, falii de ascensiune neconforme (fig. 174, *b*), sau falii de ascensiune și de alunecare de unghi ascuțit și drept, neconforme (după clasificarea geometrică). La o înclinare mai mică a faliei decât a flancurilor stratului, faliile care se întâlnesc aici se numesc suprapuneri drepte (fig. 174, *c*) și inverse (174, *d*), aparținând corespunzător faliilor de cădere și de alunecare obtuze, conforme și faliilor de ascensiune și de alunecare

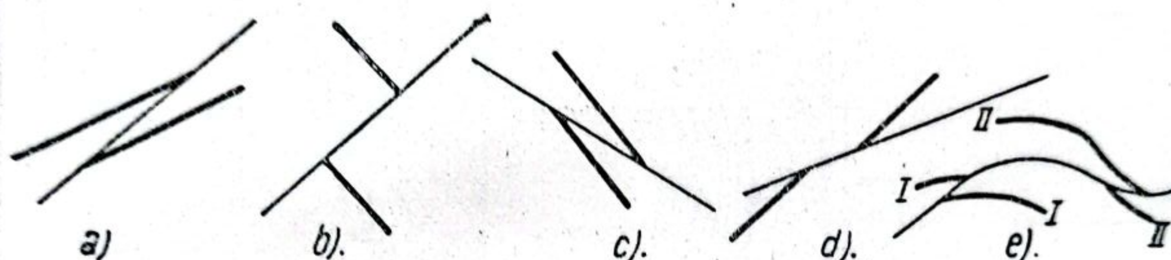


Fig. 174

de unghi ascuțit, conforme. Formarea primei falieri se explică prin trecere dela falia de ascensiune conformă a stratului din culcuș, la cel din acoperiș, la încovoierea faliei (fig. 174, *d*).

Formele de falii, numite de M. A. Usov falii de aruncare, falii de aruncare neconformă, falii de subalunecare directă și inversă, din punct de vedere geometric nu reprezintă forme noi, deoarece sunt corespunzător analoage, după clasificarea lui, faliilor de ascensiune conforme și neconforme, cum și faliilor de suprapuneri drepte și inverse, numai cu o singură deosebire, că aici, apare ca flanc mobil flancul din culcuș și nu cel din acoperiș. Afară de aceasta, autorul deosebește o falie de ascensiune transversală, atunci când liniile de încrucișare sunt perpendiculare pe liniile stratului, cum și falii de cădere și falii de supracutare.

Pe acestea din urmă, autorul le deosebește după orientarea corespunzătoare a sgârieturilor și a șanțurilor de pe oglinzile de fricțiune. Deplasările după fâșii în interiorul stratelor sunt larg extinse.

Cum rezultă din cele expuse, se găsesc și aici, ca și în alte bazine, după clasificarea geometrică, falii de ascensiune și de alunecare, și falii de cădere și de alunecare. Afară de aceasta, faliile mari sunt însoțite de o serie de falii de ordin secundar.

Pentru ilustrarea faliilor întâlnite se prezintă o secțiune după transversalele minei Stalin din raionul Prokopievsk (fig. 175) și

Scanned with CamScanner

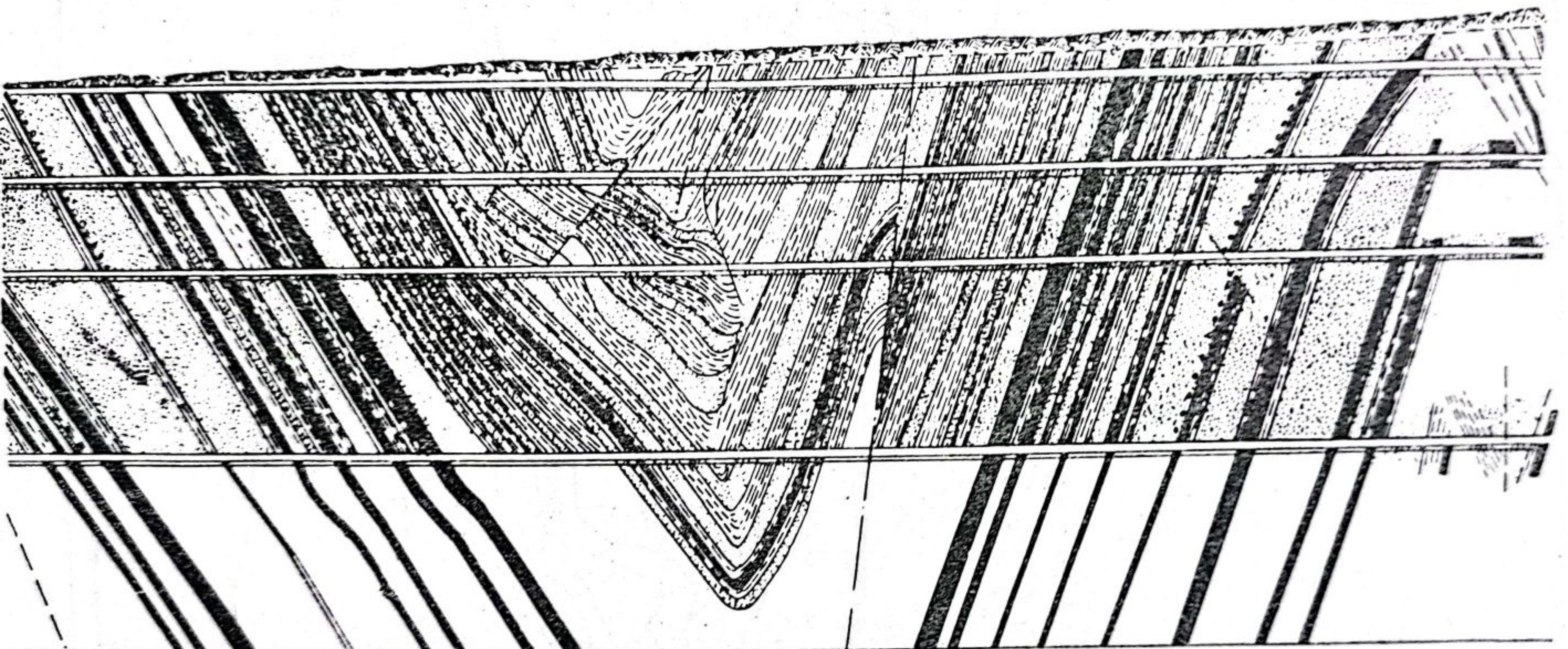


Fig. 175

Scanned with CamScanner

Stratul unsprezezece
Stratul zece
Stratul Andreevskhii
Stratul Petre-subtire
Stratul oksovâi
Stratul zece (Desiatâi)
Stratul Andreevskhii
Stratul Andreevskhii
Andreevskhii
oksovâi
A
B
312
23
35
292
293
c.32
c.272
0 200 400 600 800 1000 m

Fig. 176

Scanned with CamScanner

sectorul zăcământului din Anjersk în regiunea minelor nr. 9 și 15, reprezentată în fig. 176 în secțiune orizontală și în secțiune verticală, după direcția *AB*, în fig. 177.

Trebue subliniată încercarea acad. Usov, care merită să i se acorde toată atenția, de a pune la baza clasificării faliilor observate în bazinul Kuznețk, principiile mecanice.

Particularitatea depunerilor bazinului, exprimată în uniformitatea grosimii stratelor de cărbuni, pune stratele de cărbuni în poziția orizonturilor de sprijin, la despicarea masivului. Această împrejurare produce greutăți în legarea orizonturilor dintr'o parte sau alta a faliei, în scopul stabilirii formei de faliere. Deaceea este necesar să se acorde, în acest caz, o atenție deosebită, pentru distingerea semnelor directe, pentru indicarea sensului deplasării. Găsirea acestor semne este favorizată de faptul că, aici, oglinzile de fricțiune sunt destul de pronunțate.

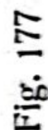


Fig. 177

3. ZĂCĂMÂNTUL DELA TKVARCELSK

Este interesant de precizat câteva date asupra faliilor observate în zăcământul de cărbuni din Tkvarcelsk, care se deosebesc de altele, printr'o serie de particularităţi. Depunerile jurasice, cărora aparţine grosimea productivă a zăcământului, sunt separate de eroziuni, în suprafeţe distincte.

Cele mai vechi formaţii ale acestui zăcământ constau din gresii, conglomerate şi porfirite ale aşa numitei suite frământate inferioare, care aparţine Bojocianului din Jurasicul inferior. Grosimea totală a acestor formaţiuni, după datele lui V. V. Mokrinski, atinge până la 2—2,5 km. Pe ea se găseşte aşezat, discordant, masivul carbonifer, care, după determinarea resturilor paleontologice, aparţine Bathonianului din Jurasicul inferior. Depunerile carbonifere sunt reprezentate prin gresii argiloase, şisturi argiloase carbonifere şi prin cărbuni.

Grosimea pachetului de strate carbonifere variază dela 175 la 250 m. Stratele exploatabile aparţin părţii inferioare a depunerilor carbonifere, la 45—90 m dela contactul ei cu suita frământată inferioară. Structura şi grosimea depunerilor, cum şi a stratelor de cărbuni variază în limitele zăcământului. Insă structura stratelor exploatabile este distinctă şi diferită şi, ca atare, poate servi, într'o măsură oarecare, pentru a face legătura. Depunerile carbonifere, după datele lui V. V. Mokrinski, sunt acoperite transgresiv de rocele suitei frământate superioare.

In regiunea zăcământului, depozitele jurasice sunt strânse în cute puternice, după două direcţii. Primul sistem de cute este exprimat mai precis şi este paralel cu crestele principale ale Caucazului. Al doilea sistem de cute este mai puţin pronunţat şi îl traversează pe primul, după un unghi oarecare.

Astfel, suprafaţa *II* a zăcământului este compusă dintr'o cută sinclinală cu înclinare mică cu direcţia N-V. In limitele suprafeţei *III* trece, deasemenea, o cută sinclinală, însă cu direcţia S-E.

In partea centrală a sinclinalului, unghiurile de înclinare sunt mici şi variază între 5 şi 20°. Pe flancuri, spre aflorimentul stratelor, înclinarea creşte. La intersecţia cutelor arătate se formează un brahisinclinal.

In părţile de Sud şi Sud-Vest ale zăcământului, cuta este tăiată de o falie, care este cea mai mare, aşa numita falie de cădere generală a stratului, cu direcţia S-V. Inclinarea faliei este de 62°. Amplitudinea deplasării este de 700 m, ceeace are drept consecinţă contactul direct al stratelor de cărbuni cu suita frământată inferioară. Grosimea zonei de sfărâmare atinge 22 m.

Sinclinalele de bază ale depunerilor jurasice sunt complicate de cutele de ordinul II şi fracturate de numeroase falii mici.

Caracterul acestor falii şi raportul lor faţă de structurile cutate, după datele studiului detaliat al structurii câmpurilor miniere, executat de A. S. Kumpan şi I. M. Migai, se prezintă sub forma următoare. Intregul zăcământ este împărţit de o serie de falii puternice, în sectoare separate. In interiorul sectoarelor se observă un număr mare de falii mici, cu amplitudinea de 1—2 m.

Gradul mare de dislocare al zăcământului complică mult condiţiile de explorare şi de exploatare.

Intre faliile cercetate, se deosebesc următoarele forme:

Cea mai răspândită formă este reprezentată de faliile de cădere. Amplitudinele lor sunt diferite, dela câţiva centimetri până la 30 m (exceptând falia de cădere generală, a cărei amplitudine atinge 700 m).

Suprafeţele faliilor sunt comparativ regulate şi suferă ondulaţii regulate pe direcţie. Unghiurile de înclinare variază între 30 şi 80°. Mai des se întâlnesc înclinări de 40—55°. Toate faliile mari sunt reprezentate prin falii de cădere. Partea cea mai mare a faliilor puternice are direcţia N-V, S-E şi ele sunt ataşate mai ales părţii axiale a cutelor sau părţilor de flancuri ,care tind spre şarnierele cutelor. Faliile puternice, cu amplitudinea mai mare decât 10 m, sunt însoţite deobicei de o zonă, care include, afară de o falie principală, o serie de dislocări mai mici, care au, deasemenea, caracterul faliei de cădere (fig. 178). Seria de falii de cădere, paralele, formează uneori un şir de trepte (falii de cădere în trepte), reprezentate în fig. 179 şi 180. Mai rar se observă în lucrările miniere faliile de ascensiune. Amplitudinile deplasărilor la dislocările de acest fel variază, deasemenea, în limite

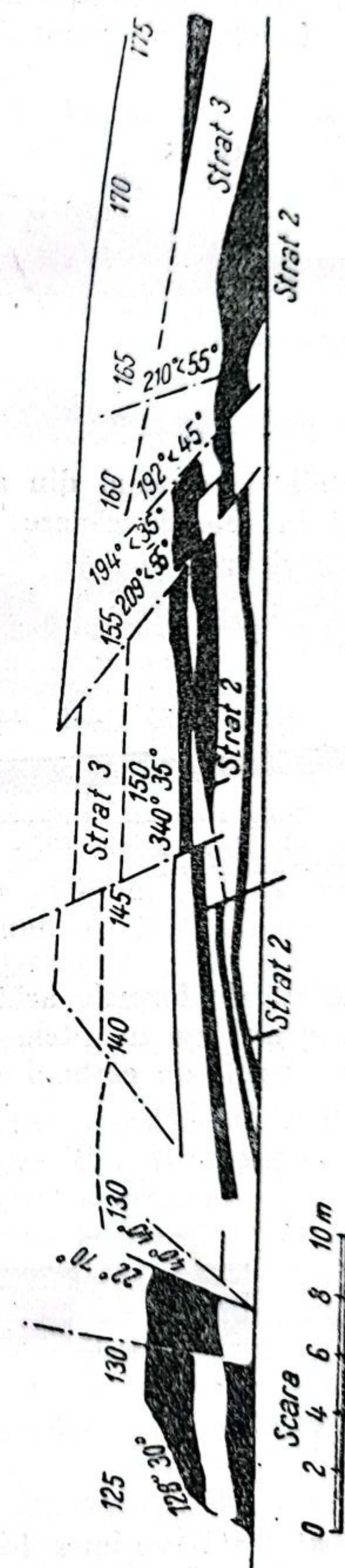


Fig. 178

Scanned with CamScanner

mari, însă nu ating valori mari. Valoarea maximă a faliilor de ascensiune, întâlnită în zăcământ, este de 6—7 m. Inclinarea faliilor este diferită, însă mare (45—80°). Direcţia este deasemenea diferită.

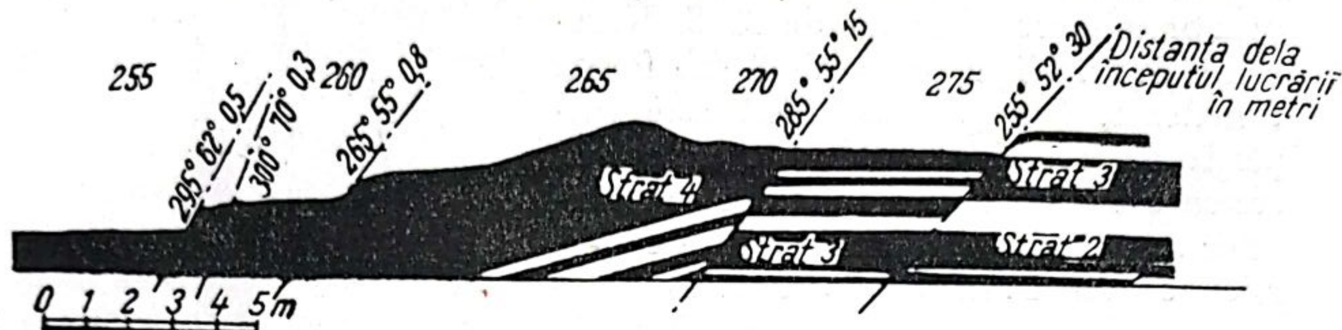


Fig. 179

Stratele de cărbuni din apropierea faliilor de ascensiune (fig. 181), ca şi la cele de cădere (fig. 182), au uneori, în secţiune, ondulări caracteristice.

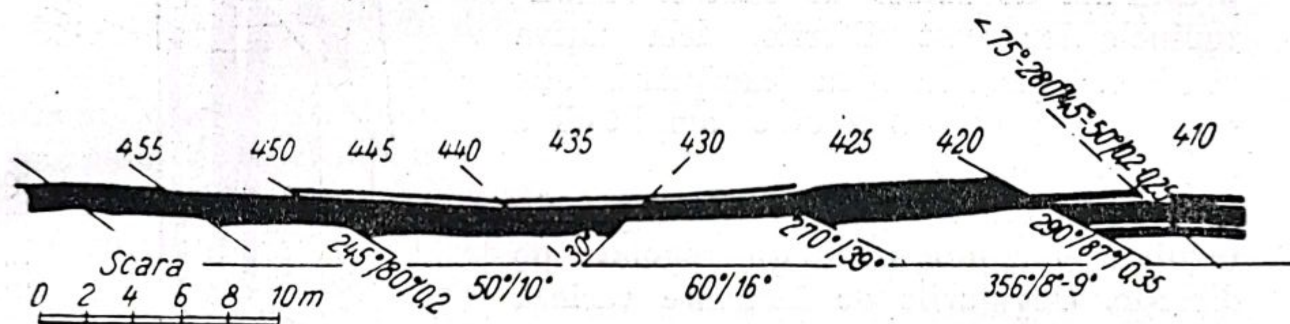


Fig. 180

Afară de formele arătate mai sus, A. S. Kumpan şi I. M. Migai disting aici aşa numitele dislocări conjugate, care se întâmplă atunci, când stratul de cărbuni este cuprins între două fracturi şi care nu

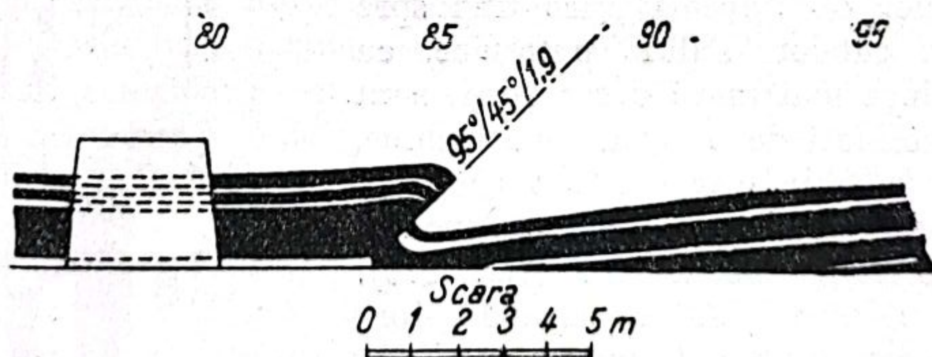


Fig. 181

străbat toată grosimea lui, ci una trece în acoperişul său şi cealaltă în culcuş (fig. 183). Fracturile amintite au, deobicei, elemente de direcţie şi de înclinare, care sunt apropiate, prin valorile lor, şi

Scanned with CamScanner

care, faţă de planul stratului, pot fi paralele între ele, sau au o poziţie divergentă (convergentă). Ele sunt urmărite, uneori, pe distanţe însemnate. Stratul de cărbuni cuprins între aceste fracturi se subţiază, în urma forţelor de tensiune, sau se îngroaşă, în urma compresiunii. In primul caz, dislocarea se numeşte negativă, iar în al doilea, pozitivă.

Dislocările arătate pot fi considerate ca o transformare a stratului de cărbuni într'o masă plastică; în urma tensiunilor tectonice, aceasta se îngroaşă, sau se subţiază. Alte forme de dislocare a stratului se întâlnesc mai rar, sau prezintă o asemănare cu formele enumerate

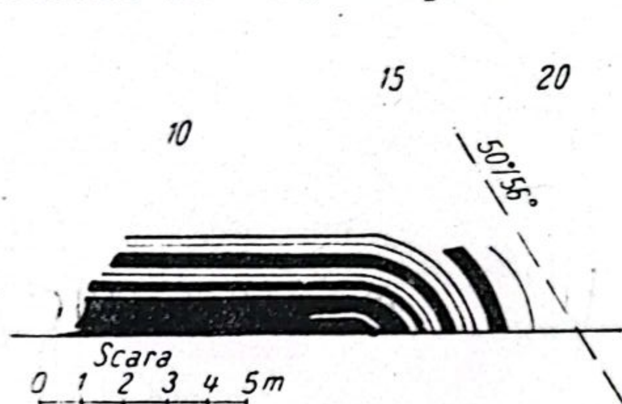


Fig. 182

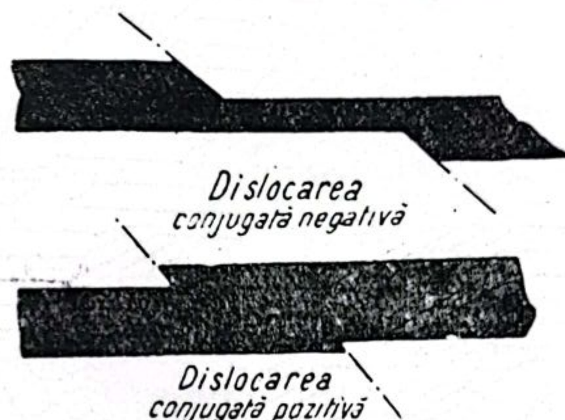


Fig. 183

mai sus. Deplasările mărunte se prezintă diferit, dela strat la strat. De exemplu, în stratul nr. 1 predomină falii de ascensiune şi de cădere, care traversează stratul, trecând în culcuşul şi în acoperişul lui. In stratele nr. 2 şi 3, dislocările mărunte se întâlnesc mai ales în forma dislocărilor conjugate. In stratele nr. 4 şi 5 se desvoltă mai ales falii de cădere.

Astfel, la dislocările cercetate în bazinul Tkvarcelsk se constată următoarele particularităţi:

1. orientarea N-V a formelor de structură fundamentale (plicative şi disjunctive), conforme cu direcţia crestelor Caucazului;

2. faliile principale au loc în partea axială a cutelor;

3. lipsa intersecţiilor dintre faliile principale;

4. legătura reciprocă dintre disjuncţiuni, care se caracterizează prin ramificaţii şi prin variaţia regulată (micşorarea) a amplitudinii, în nodurile dislocării. Această particularitate se observă şi în alte bazine;

5. variaţia maximă a unghiurilor de înclinare ale faliilor, care atinge valoarea medie de 55^0;

6. dislocările mici aparţin zonelor de fracturi puternice;

7. apariţia diferită a faliilor mici în diferite strate.

La un număr mare de falii şi fisuri de clivaj, observate în acest zăcământ, pentru caracteristicele lor după anumiţi indici, I. M. Migai

Scanned with CamScanner

a aplicat metoda statistică, care este folosită mult în analiza structurală. Esenţa metodei va fi expusă pe scurt, mai jos. S'a menţionat aici numai că, pe această cale, s'a putut arăta clar, cu ajutorul stereogramelor, că pentru falieri mărunte se întâlnesc la toate stratele, maxime de concentrare a punctelor, care au elemente apropiate de aşezarea în direcţiile S-V şi N-E, ceeace oglindeşte o predominaţie a direcţiilor N-V (S-E) a faliilor mărunte. In fig. 184 este reprezentată diagrama, care caracterizează faliile cercetate în stratul

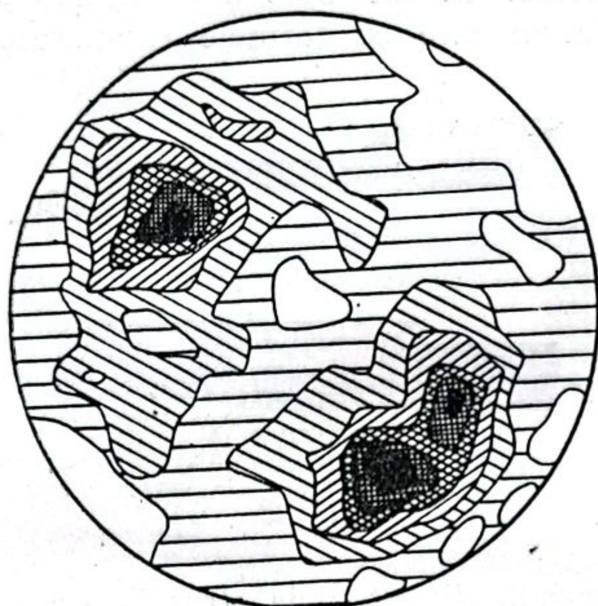


Fig. 184

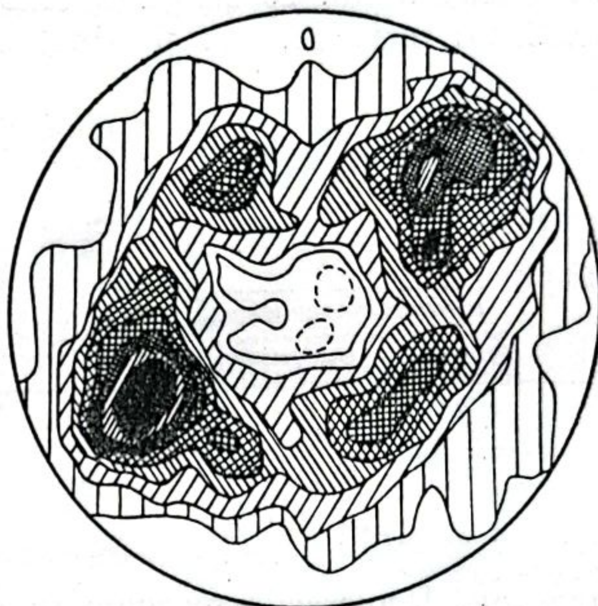


Fig. 185

nr. 3 al suprafeţei *II* din zăcământul dela Tkvarcelsk. Aceleaşi stereograme se obţin şi pentru celelalte strate. Ele se deosebesc una de alta numai prin valorile maxime, care depind de numărul măsurătorilor. Rezultă că direcţia faliilor mici coincide, în cea mai mare parte, cu direcţiile disjuncţiilor puternice.

Diagrame de acest fel se pot întocmi nu numai pentru strate, ci şi pentru sectoare. De exemplu, fig. 185 caracterizează falierile cercetate la patru strate ale unui sector din suprafaţa carboniferă II. Cum rezultă din fig. 184 şi 185, distribuţia maximelor la unele strate distincte şi la unele sectoare, după elementele de înclinare şi de direcţie ale faliilor este caracterizată printr'o constantă oarecare. Astfel de diagrame se pot construi pentru orice indici, care caracterizează faliile, de exemplu pentru distribuţia amplitudinilor, etc. Analiza diagramelor executate a permis ca I. M. Migai să ajungă la următoarele concluzii, asupra caracteristicei faliilor mici din bazinul Tkvarcelsk, afară de cele arătate mai sus.

1. Faliile cu înclinarea spre Nord-Est au direcţii mai apropiate, decât cele cu înclinare spre Sud-Vest.

Faliile cu înclinare spre Sud-Vest formează două sisteme, care fac între direcţiile faliilor un unghi de 30—35°.

2. Dislocările de proporţii mari şi mici au aproape acelaşi unghi de înclinare al faliilor, apropiat de 50°, unghi care este puţin mai mare la faliile din stratele din acoperiş, decât la cele din culcuş. Numărul disjuncţiilor, cu înclinarea mare sau verticală a faliilor, este mic, ceeace denotă lipsa sau un număr limitat de dislocări de torsiune.

3. Disjuncţiile cu direcţia N-E au unghiul de înclinare mai mic, decât cele cu direcţia N-V. Această diferenţiere nu se observă la faliile cu direcţia N-V (S-E).

4. Aici are loc o uniformitate în distribuţia elementelor tectonice pentru toate stratele zăcământului şi o legătură reciprocă strânsă între faliile mici şi mari, cum şi între dislocările plicative şi disjunctive.

4. DEPLASARILE IN STRUCTURILE DIN ACOPERIŞ

Se vor analiza pe scurt particularităţile faliilor în structurile din acoperiş. Ca exemplu se va prezenta un sector de vârstă geologică tânără, însă foarte frământat.

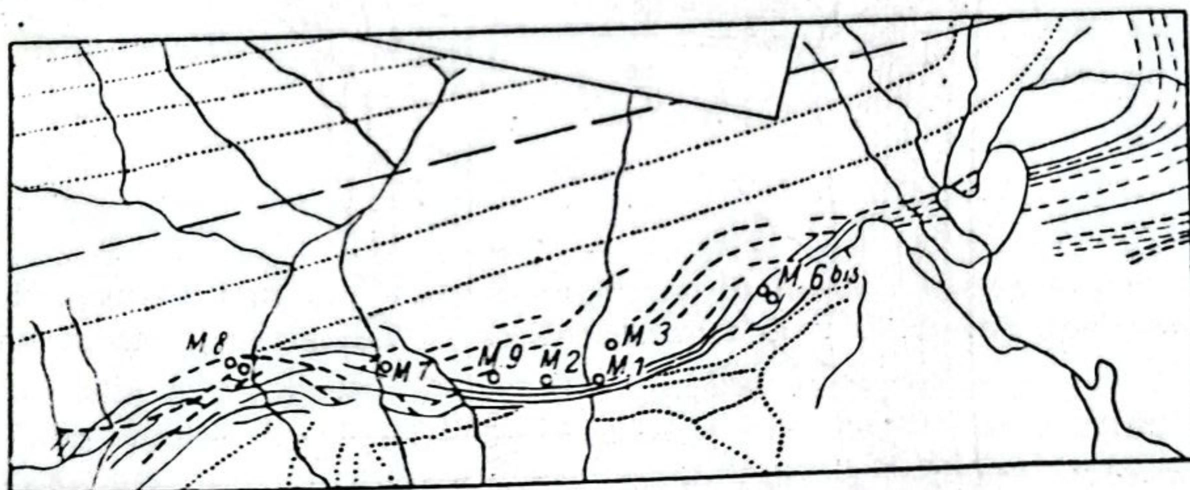


Fig. 186

Distribuţia faliilor în acest sector este reprezentată în fig. 186 şi 187. In prima figură, acest lucru este arătat în secţiunea orizontală, iar în a doua, în planul secţiunii verticale, se ilustrează caracterul general al faliilor din sector.

Grosimea masivului carbonifer corespunde Terţiarului inferior, care este aşezat discordant pe suprafaţa spălată a rocelor mesozoice. Orizontul productiv este format mai ales din roce argilo-grezoase, din gresii compacte, din argile cenuşii de culoare deschisă şi din nisipuri. Cele din urmă apar în lentile.

Scanned with CamScanner

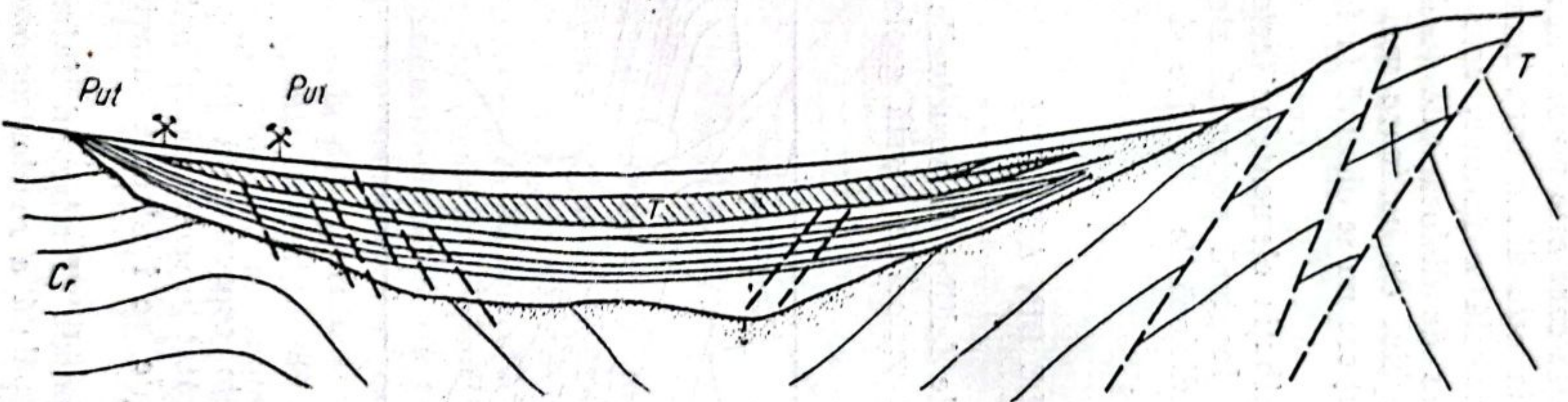


Fig. 187

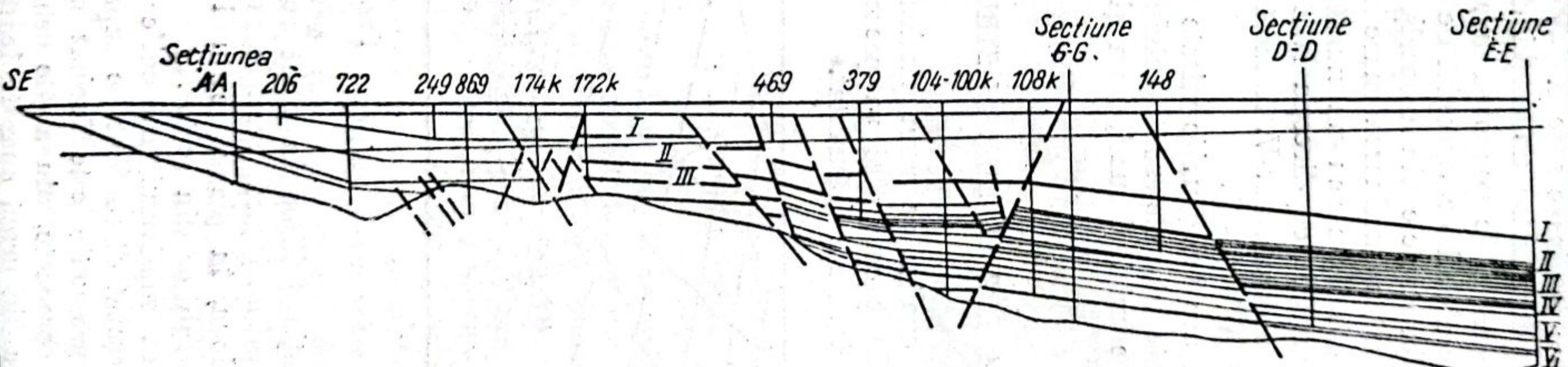


Fig. 188

Scanned with CamScanner

Rocele argilo-grezoase se deosebesc prin variaţia puternică a compoziţiei litologice. Intre ele sunt aşezate stratele de cărbuni. In culcuşul stratului inferior sunt aşezate argile plastice.

Rocele mesozoice din culcuş sunt reprezentate, în zona de contact cu masivul carbonifer, prin conglomerate sfărâmate, prin gresii cuarţoase şi prin feldspat.

Stratele de cărbuni se ramifică adeseori, apoi se unesc din nou, dând o hipsometrie complicată a stratelor şi o grosime foarte variabilă.

Cel mai bine păstrat se prezintă stratul nr. 4.

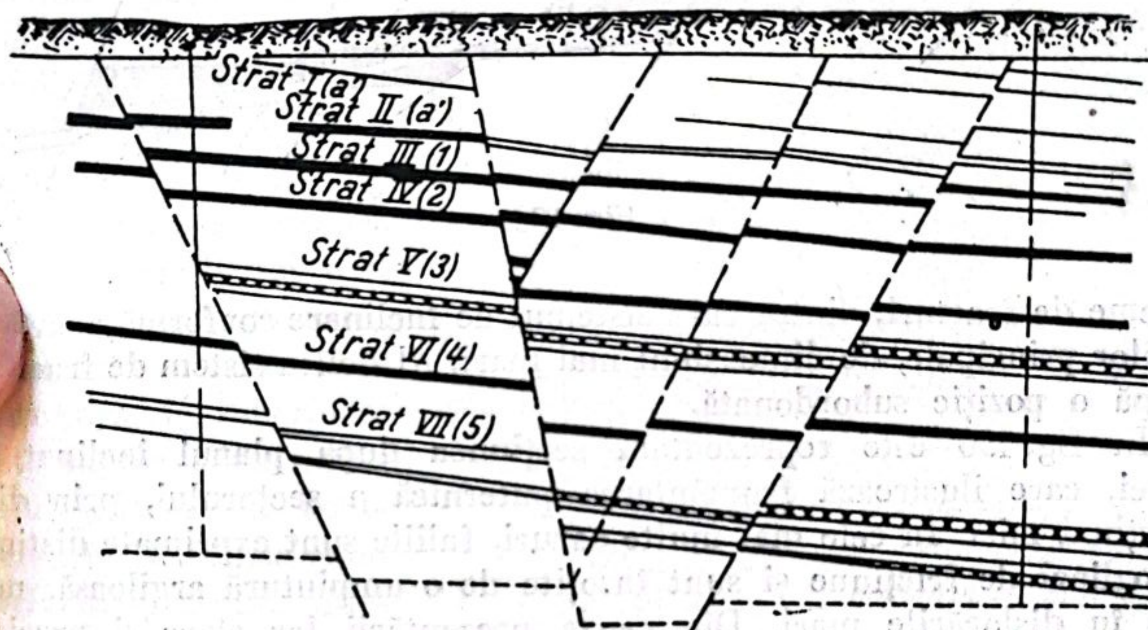


Fig. 189

Flancul de Sud-Est al cutei sinclinale, în limitele căruia se găseşte sectorul, are direcţia S-V şi înclinarea spre N-V de 6—8°. Inclinarea se măreşte puţin spre aflorimente, atingând 25—30°.

Cum rezultă din fig. 186-187, sectorul este divizat de o serie de dislocări aproape longitudinale, mai ales de falii cu înclinare conformă.

Din secţiunea geologică (fig. 187) şi din secţiunea după direcţia de explorare *IV-IV* (fig. 188), care s'a construit la scară mai mare, rezultă că reţeaua cea mai deasă de falii este legată de ivirile de roca mesozoice. Toate deplasările observate prezintă dislocaţii disjunctive de ascensiune, cu amplitudinea de deplasare variabilă, pe direcţia şi în planul vertical. Mărimea amplitudinii variază dela imperceptibilă, până la 15—20 m. Numărul faliilor se micşorează la trecerea dela stratele inferioare, la cele superioare. De exemplu, s'au constatat, după lucrările miniere din câmpul unei mine, 40 de falii în stratul IV, 25 în stratul III, 5 în stratul II şi niciuna în stratul I. In lucrările

miniere, la alte mine ale sectorului, s'au constatat, chiar în stratele superioare, 15—20 falii de fundamentale. Numărul lor, în stratele inferioare, creşte evident.

Caracterul de ascensiune al faliilor este ilustrat, deasemenea, prin secţiunea verticală a câmpului minei, transversal pe direcţia rocelor (fig. 189). Este de remarcat că, într'o serie de cazuri, se găsesc două

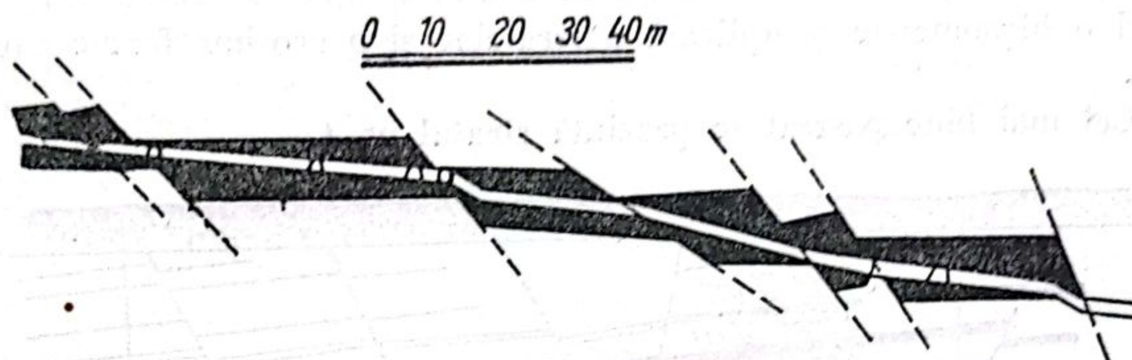


Fig. 190

sisteme de fracturi, dintre care sistemul de înclinare conformă aparţine faliilor principale, de dimensiuni mai mari. Al doilea sistem de fracturi ocupă o poziţie subordonată.

In fig. 190 este reprezentată secţiunea după planul înclinat al minei, care ilustrează frământarea puternică a sectorului, prin disjuncţiuni mici. In cele mai multe cazuri, faliile sunt exprimate distinct de oglinzi de fricţiune şi sunt însoţite de o umplutură argiloasă, mai ales în dislocările mari. Din cauza prezentării lor clare şi precise,

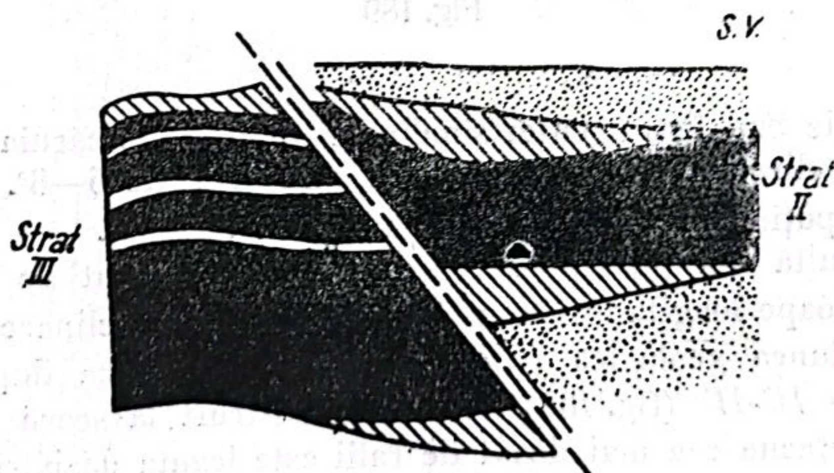


Fig. 191

care se observă în lucrările miniere, faliile se documentează uşor. Ele se prezintă sub forma unui plan (fig. 191) sau printr'o serie de fracturi (fig. 192-193).

In multe cazuri, se pot observa urme de antrenare, care indică sensul deplasării relative. Aceasta se poate observa în schiţele indicate

mai sus şi, mai precis, în fig. 194, care aparţine, ca şi cele precedente, documentaţiei lucrărilor miniere din secţiunile frământate ale minei. Particularităţile dislocărilor disjunctive, arătate mai sus, sunt asemănătoare cu particularităţile observate în aşa numitele structuri din acoperiş, atunci când masivul productiv reacţionează la mişcările principale, venite dela baza inferioară, cu o stare mai rigidă. Colaboratorii locali ai serviciului geologice explică această situaţie, analizând faliile sectorului dat, ca fiind rezultatul acţiunii forţelor radiale asupra grosimii masivului carbonifer, iar micşorarea numărului faliilor înspre stratele superioare este explicată ca rezultatul acţiunii de compensare a masivului carbonifer, asupra mişcării fundamentului mesozoic.

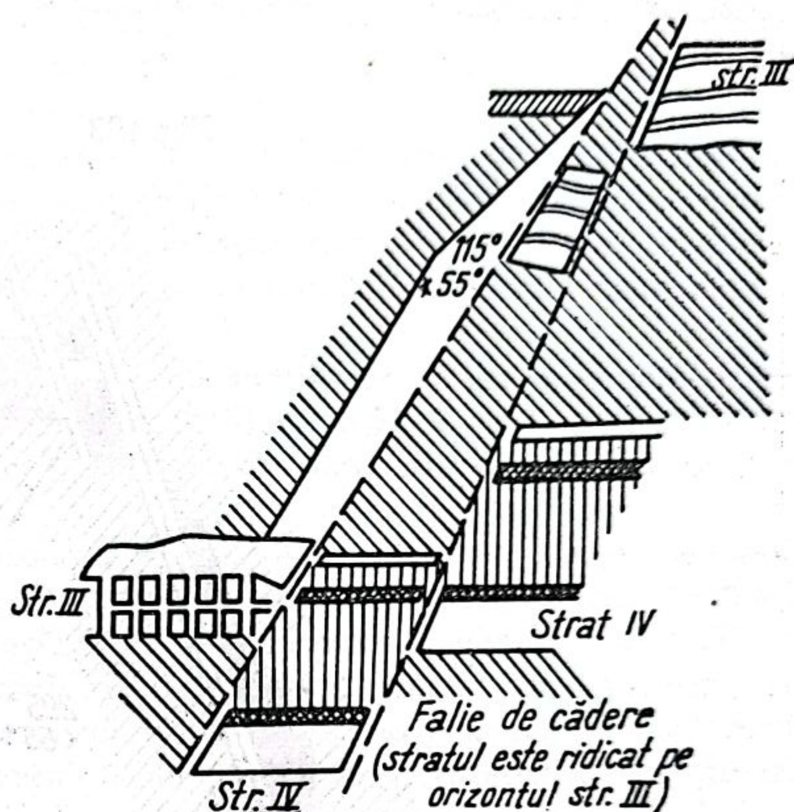


Fig. 192

Ipoteza expusă este confirmată prin faptul, că apariţia formaţiunilor mesozoice în zona de contact cu depunerile carbonifere, după cele observate în mine, este însoţită de fracturi cu oglinzi de fricţiune pronunţate şi cu umplutură argiloasă.

Caracterul excluziv de cădere a faliilor, observat la toate minele zăcământului, cum şi precizia exprimării lor, permit destul de uşor să se rezolve problema găsirii părţii faliate a stratului.

In adevăr, din fig. 195 rezultă că flancul cercetat al stratului (linia dublu punctată) se găseşte după falia care a fost întâlnită cu lucrarea minieră în punctul k sau k_1: a) în sensul înclinării faliei, dacă falia în punctul k este în cădere faţă de observator şi b) în sensul opus înclinării faliei, dacă în punctul k_1 aceasta este înclinată spre observator.

Acestea sunt câteva exemple, care dau o imagine despre caracterul faliilor, observate în timpul explorării şi al exploatării zăcămintelor substanţelor minerale utile.

6

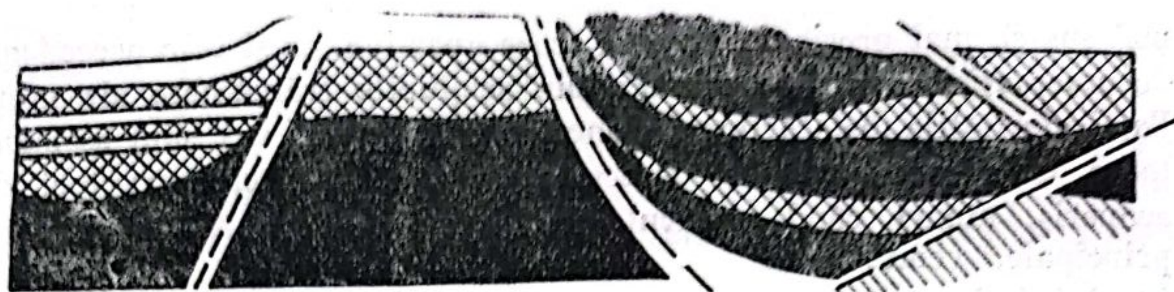


Fig. 193

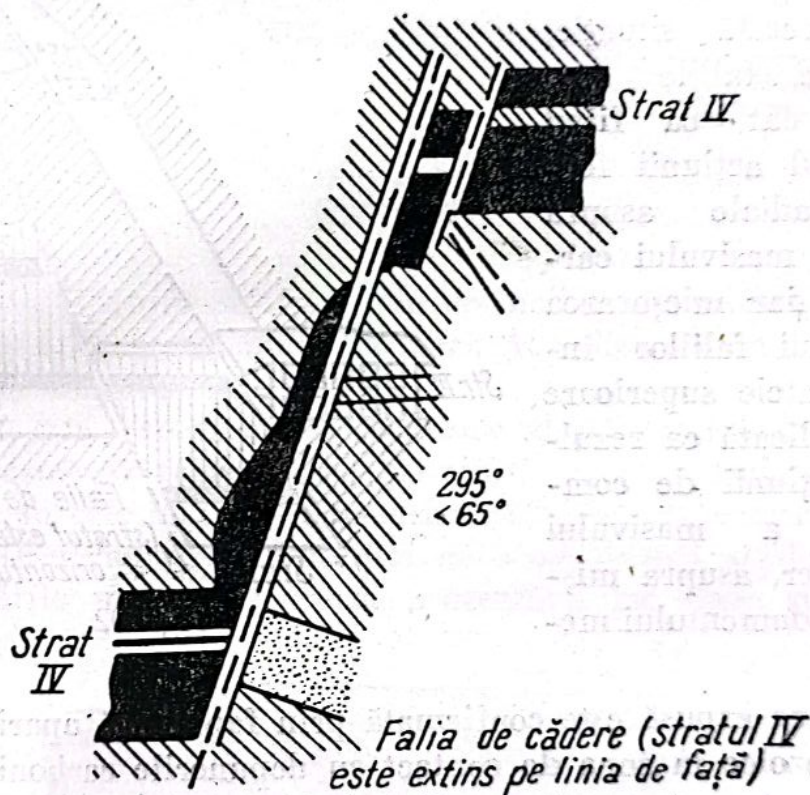


Fig. 194

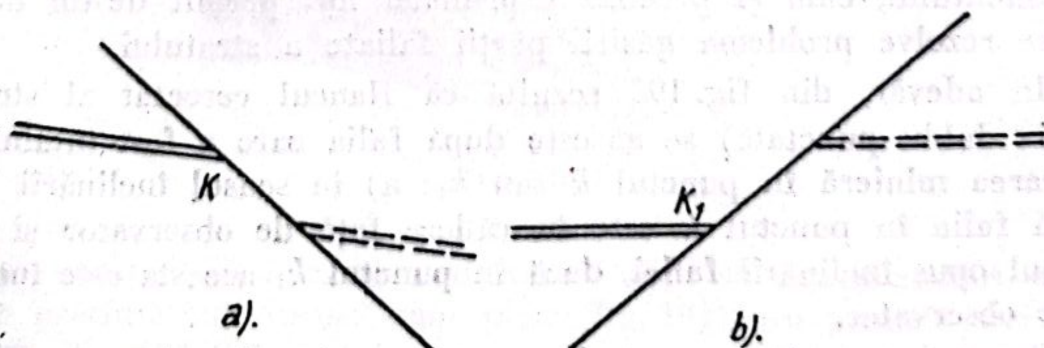


Fig. 195

Scanned with CamScanner

§ 5. OBSERVAŢII, PRELUCRAREA DATELOR ŞI DOCUMENTAREA IN CERCETAREA FALIILOR

S'a arătat mai înainte că prezenţa faliilor complică condiţiile de explorare şi de exploatare ale zăcămintelor substanţelor minerale utile. La executarea lucrărilor geologice de explorare, faliile îngreuiază descifrarea structurii zăcământului şi, prin aceasta, complică organizarea lucrărilor de explorare.

La exploatarea zăcământului, faliile împiedică desvoltarea planificată a lucrărilor de pregătire şi de abataj, cer permanenta acomodare a sistemelor şi a metodelor de exploatare, în raport cu condiţiile naturale, care se schimbă des şi prin urmare, deranjează ritmul normal de lucru al întreprinderii.

In scopul organizării raţionale a lucrărilor indicate şi pentru reducerea influenţei defavorabile a faliilor, acestea sunt studiate sistematic, la orice întreprindere minieră, de serviciile topografice miniere şi geologice.

Pe teren, faliile se observă direct, sau prezenţa lor se constată, după o serie de semne. Aspectul lor este foarte diferit. Semnele care arată direcţia deplasării flancurilor sunt urmele (şanţurile şi sgârieturile) de pe oglinzile de fricţiune, urmele de antrenare în zona faliei şi compoziţia rocelor de umplutură a fracturilor. Semnele care indică apropierea faliei mari sunt fracturile însoţitoare, o cutare pronunţată (plisaj) a stratelor, prezenţa strangulărilor şi a umflăturilor în strate separate. Unele falii sunt atât de vizibile, încât deodată se poate rezolva problema caracterului şi a dimensiunilor lor. Destul de rar se pot observa falii cu toate elementele lor.

Invers, de cele mai multe ori este nevoie să se studieze aceste elemente, pe baza semnelor abia perceptibile, sau după elementele distincte, pentru stabilirea cărora se cer observaţii speciale şi minuţioase, sau o confruntare a faptelor. Faliile sau semnele lor distincte se observă în desvelirile naturale şi artificiale ale rocelor, adică după aflorimentele lor, în lucrările geologice de explorare şi în lucrările miniere.

Faliile mari se stabilesc în urma cartării geologice. Detaliile structurii unui sector sau a altuia, se lămuresc prin explorare şi prin exploatări miniere.

La zi, în desveliri favorabile, escavaţii, viroage, malurile râurilor, etc., faliile se observă uneori ,foarte bine. In aceste cazuri, determinarea elementelor de înclinare şi de direcţie ale faliei, caracteristică zonei celei din urmă iar, la existenţa oglinzilor de fricţiune pronunţate, determinarea sensului de deplasare a unui flanc faţă de altul, nu întâmpină nici o greutate.

Schiţarea desvelirilor şi măsurarea mărimilor liniare şi unghiulare accesibile, caracterizează falia într'un punct dat. Acest punct

se trece pe hartă, fie prin apreciere cu ochiul liber, fie după rezultatele ridicării. La fel se fac observaţiile şi în alte puncte ale deschiderii (aflorare), dacă în ele falia este deasemenea clar exprimată, indiferent dacă aceste desveliri la suprafaţă sunt naturale sau artificiale. Pe un teren şes deschis, faliile nu se pot vedea direct, ci ele se determină prin cartarea aflorimentelor rocelor. Numai prin prezenţa dislocărilor disjunctive se poate explica, cu ajutorul hărţii, discordanţa observată între strate, când se constată lipsa unor strate, perturbări în succesiunea lor normală, trecerea bruscă dela o structură la alta, etc.

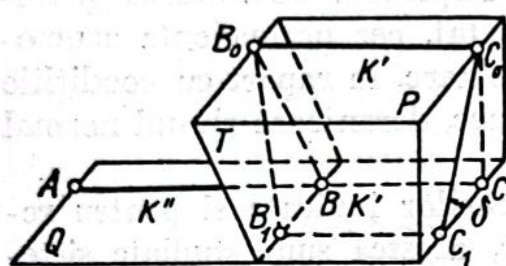


Fig. 196

Faliilor apărute la suprafaţă trebue să li se acorde o deosebită atenţie, deoarece o suprafaţă bine desvelită dă o imagine completă a distribuţiei şi a comportării faliilor pe suprafeţe mari, în secţiune orizontală sau, mai bine zis, aproape de orizontală. Este necesar însă să se ţină seamă că, după poziţia reciprocă a stratelor separate prin faliere, în aflorimente, se poate aprecia numai amplitudinea orizontală a deplasărilor, însă nu se pot stabili precis direcţia şi sensul deplasării, întrucât diferite deplasări pot da, în plan orizontal, acelaşi efect.

Fie poziţia iniţială *ABC* a stratului într'o secţiune orizontală oarecare *Q* (fig. 196), după care partea din dreapta a stratului s'a ridicat până la un nivel oarecare *P*, după o direcţie de fractură *T*. Partea din dreapta a stratului a ocupat poziţia B_0 C_0 C_1 B_1, în inter-

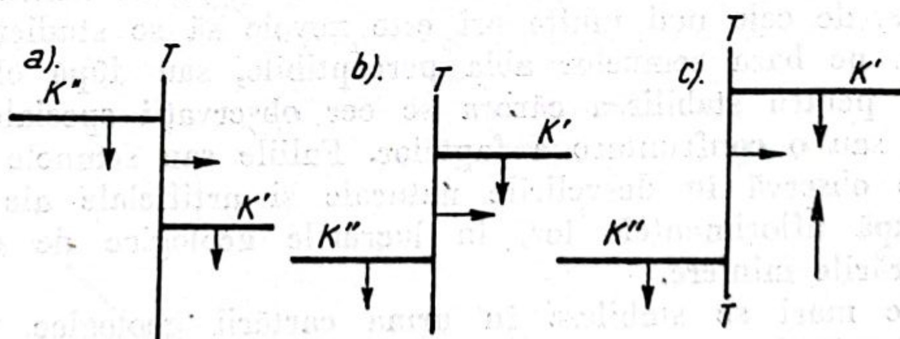


Fig. 197

valul dintre planele *Q* şi *P*, pentru acelaşi unghi δ de înclinare al stratului. Fie că procesele de eroziune au nivelat partea ridicată a stratului. In acest caz, poziţia flancurilor în planul *Q* se va determina prin segmentele $\overline{AB}$ şi $\overline{B_1C_1}$. In acest mod, la un caracter de ascensiune a faliei, flancul suspendat al stratului *K'* se deplasează în secţiune orizontală, în sensul înclinării stratului, adică în afloriment va fi efectul arătat în fig. 197, *a*.

Scanned with CamScanner

Este uşor de imaginat că, la un caracter de cădere a faliei, efectul va fi acelaşi, adică la o faliere pozitivă, flancul suspendat al stratului se deplasează în secţiune orizontală, în sensul opus înclinării stratului, cum rezultă din fig. 197, *b*. Exact aceleaşi rezultate, în secţiunea orizontală, vor fi la falia de alunecare, în sensul arătat cu săgeată, în fig. 197, *c*.

Rezultă că deplasarea vizibilă în desvelirea suprafeţei orizontale nu dă nici sensul real, nici sensul condiţionat al deplasării, adică nu permite să se raporteze falia observată la o grupă sau la alta. Pentru aceasta sunt necesare elementele aşezării, sensului real al deplasării, stabilite după urmele de pe oglinziile de fricţiune, sau după elementele de înclinare şi de direcţie ale faliei şi după poziţia liniei de intersecţie.

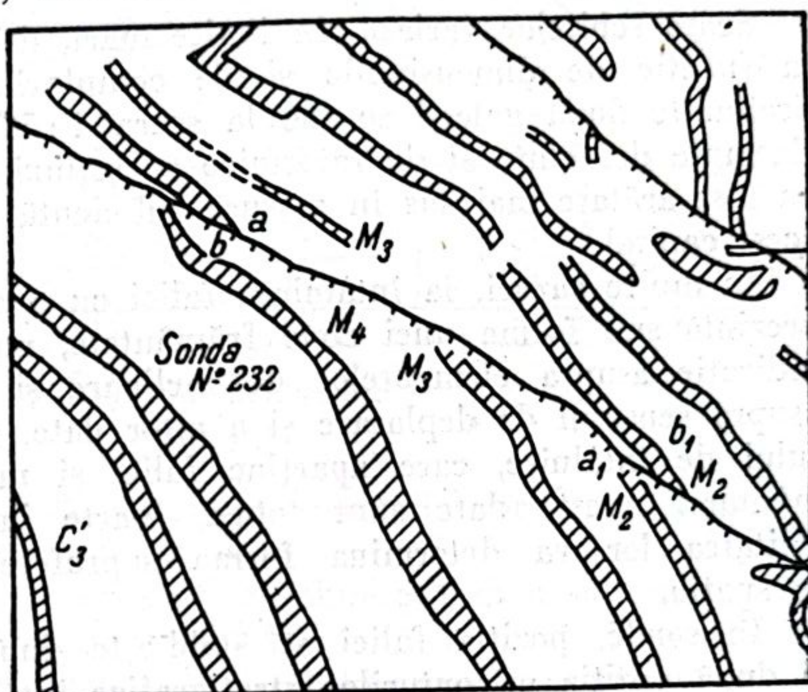


Fig. 198

Determinarea poziţiei orizontale stratigrafice identice, în aflorimente, soluţionează problema practică fundamentală, după care se poate aprecia poziţia probabilă, într'un orizont sau în altul, al flancului stratului deplasat.

Pentru ca să se asigure legătura corectă între datele dela zi şi cele subterane, ridicarea aflorimentelor rocelor sau a desvelirilor separate trebue să se facă instrumental, cu precizia necesară acestui scop.

Ca exemplu, se reprezintă în fig. 198 un asemenea fel de ridicare a aflorimentelor de calcare. Corelaţia calcarelor determină aici, clar, poziţia faliei la suprafaţă şi dă o imagine a sensului deplasării în plan orizontal. De exemplu, dacă stratele ar fi tăiate de falii în punctele *a* şi a_1, direcţiile lucrărilor miniere, pe distanţa cea mai scurtă, înspre partea deplasată, ar fi *ab* şi a_1b_1.

Caracteristica faliilor la o adâncime sau alta se obţine din observaţiile asupra lucrărilor miniere de explorare geologică sau de exploatare şi asupra celor executate în strat (zăcământ). Deaceea, în toate punctele de întâlnire a lucrărilor miniere cu falia se fac observaţiile, adică măsurătorile elementelor de înclinare şi de direcţie

Scanned with CamScanner

ale faliei şi schiţele şi ,la nevoie, se întocmesc secţiunile orizontale şi verticale, în lungul acestor lucrări miniere. Fig. 199 ilustrează un exemplu al felului cum trebue întocmite acestea din urmă. Metodele de determinare a elementelor de înclinare şi de direcţie ale faliei, ale liniei de încrucişare şi ale unghiului ν, după mărimile măsurate direct pe teren, sunt cunoscute din paragrafele anterioare şi nu mai are sens să se revină asupra acestei părţi de prelucrare a observaţiior.

Scara schiţelor variază, în limite mari, dela 1 : 10 până la 1 : 50, în funcţie de dimensiunile şi de complexitatea obiectului schiţat. Secţiunile după galerii se fac la scara 1 : 50 până la scara 1 : 200. Exemple de schiţe şi de întocmire a secţiunilor prin lucrări miniere au fost arătate mai sus în măsură suficientă, în partea care precede acest capitol.

In multe cazuri, la întâlnirea faliei cu o galerie, şi când falia se prezintă sub forma unei zone frământate, nu se poate obţine nicio indicaţie asupra elementelor de înclinare şi de direcţie ale faliei, asupra sensului de deplasare şi a altor date, afară de situaţia punctului de întâlnire, care aparţine faliei şi masivului zonei de frământare. Aceste date sunt totuşi, foarte importante deoarece totalitatea lor va determina forma suprafeţei faliei şi poziţia sa în spaţiu.

In sonde, poziţia faliei se stabileşte după zona de frământare şi după poziţia orizonturilor stratigrafice întâlnite.

Pentru folosirea mai comodă a materialului, care caracterizează într'un flanc sau altul falia în puncte distincte, este bine ca toate datele culese să se sistematizeze într'o evidenţă, după modelul arătat mai jos.

Nr. faliei	Numirea minei şi a galeriei	Numirea faliei	Poziţia „punctului" faliei			Elementele de aşezare a faliei, unghiul faliei	Numirea şi mărimea amplitudinii	Grosimea zonei de sfărâmare	Nr. jurnalului de teren şi pagina	Observaţii
			x	y	z					

Complexitatea evidenţei poate fi definită. Notarea faliilor, mai ales când acestea se prezintă în număr mare ,este comodă să se facă numeric, în ordinea descoperirii lor prin lucrările miniere de explorare şi de exploatare, lăsând numirile lor proprii numai în cazurile, când, prin dimensiunile lor, nu ocupă un singur câmp minier, ci mai multe, adică au o valoare regională.

Datele culese, sistematizate în modul arătat, prezintă datele de plecare pentru întocmirea planurilor, a hărţilor, a secţiunilor generale şi a altor materiale de situaţie, necesare folosirii lor operative, sau clasificării sectoarelor vecine.

Observaţiile şi documentarea primară se prelucrează şi se sistematizează pe măsura necesităţii sau periodic, de exemplu odată pe an, cu ocazia întocmirii raportului despre această prelucrare.

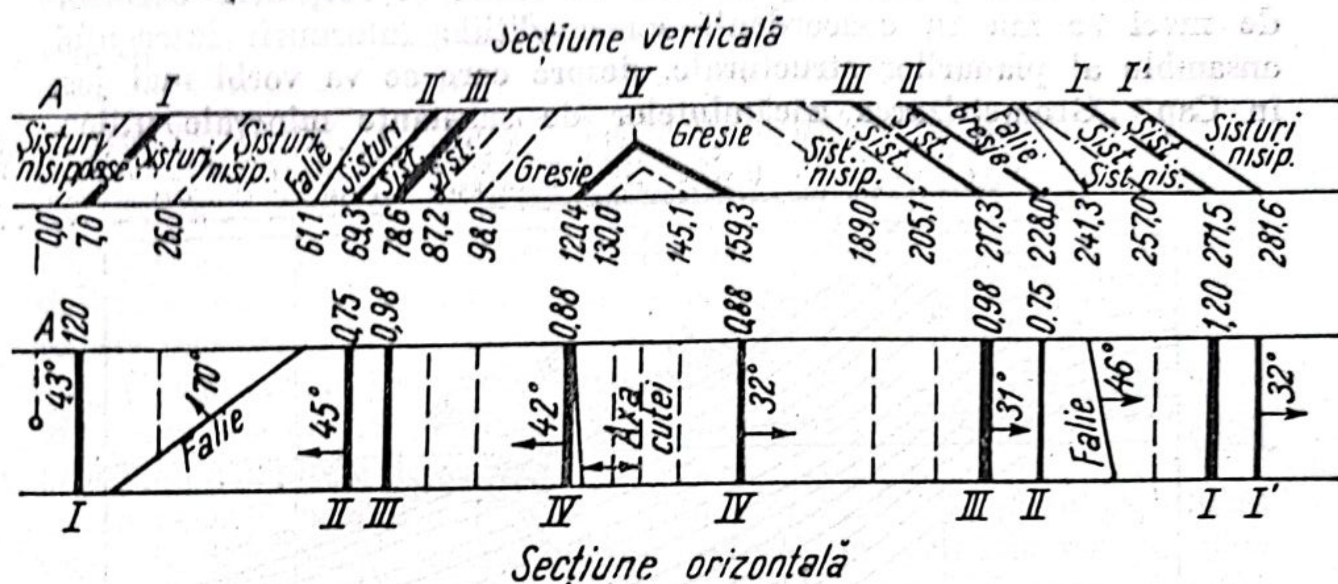


Fig. 199

Această atitudine faţă de prelucrarea materialelor primare măreşte valoarea lor şi posibilitatea de folosire.

Planurile şi secţiunile topografice miniere trebue să reflecte cât mai complect frământarea zăcământului.

Ca exemplu de reprezentare a faliilor sau a unei reţele de falii pe secţiuni genarale, poate servi reprezentarea faliei mari dela

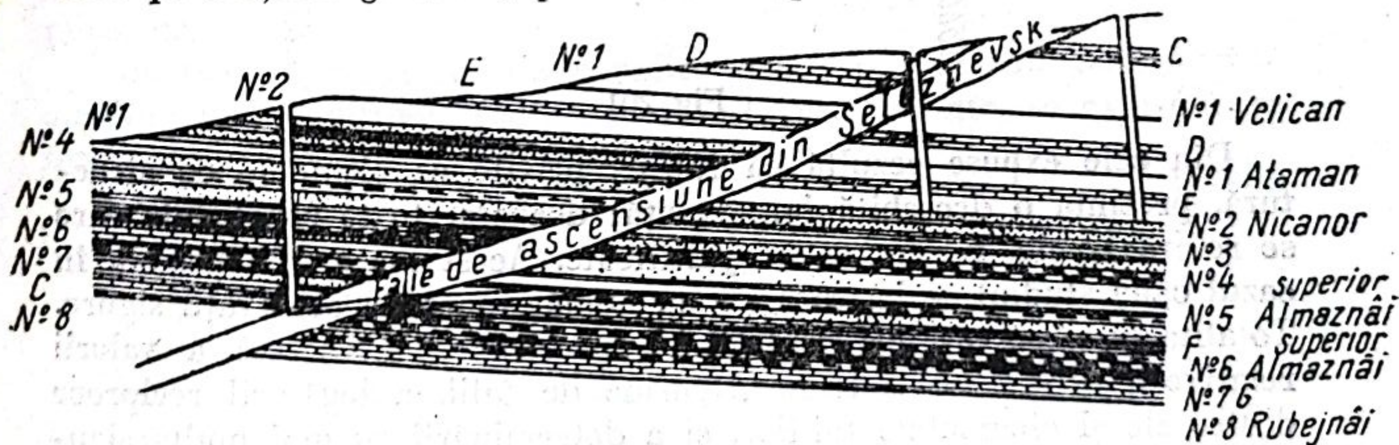


Fig. 200

Seleznevsk (fig. 200) sau a unei serii de secţiuni arătate mai sus. Totalitatea secţiunilor după o serie de direcţii permite reprezentarea suprafeţei faliei, sub forma unui plan hipsometric (fig. 201), atât de necesar întocmirii planelor hipsometrice pentru strate separate.

La un număr, deobicei limitat, de puncte, care aparţin faliei, pentru construirea planului hipsometric, se pot obţine punctele complimentare pe cale constructivă, bazându-ne pe invariabilitatea observată a unghiului de faliere v, în limitele uneia şi aceleiaşi disjuncţiuni.

Pentru aceasta se foloseşte metoda secţiunilor normale la linia de intersecţie, cum şi metoda secţiunilor verticale perpendiculare pe proiecţiile liniilor de încrucişare.

Scara pentru planul hipsometric al faliei şi secţiunea curbelor de nivel se iau în concordanţă cu condiţiile întocmirii întregului ansamblu al planurilor structurale, despre care se va vorbi mai jos, în Cap. „Geometrizarea zăcămintelor de substanţe minerale utile".

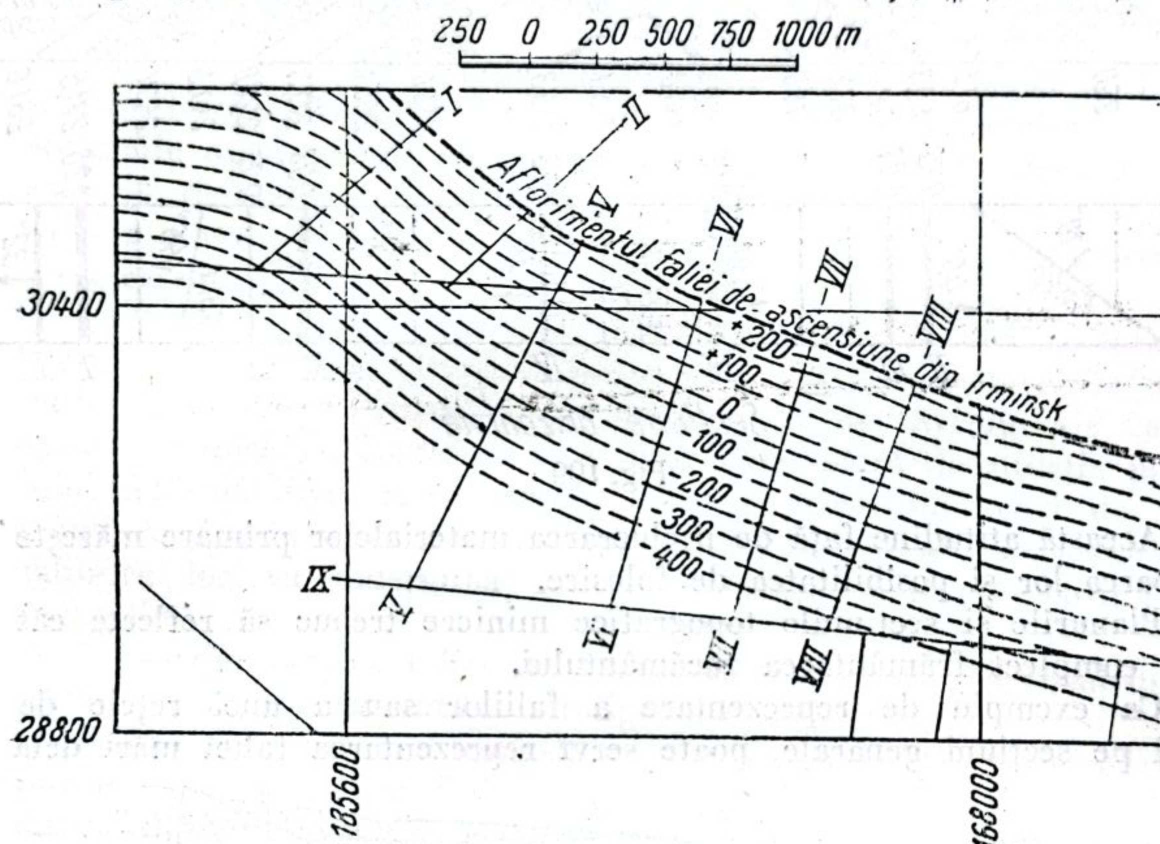


Fig. 201

Din cele expuse rezultă că faliile, privite ca elemente de structură, prezintă o deosebită importanţă; deaceea, toate concluziile care se referă la ele, trebue să fie justificate. Acest lucru este posibil, în cazul când studiul se bazează pe un număr mare de observaţii sigure. Totalitatea observaţiilor permite o apreciere mai corectă a valorii relative a diferitelor sisteme şi forme de falii, a legăturii reciproce dintre ele şi elementele faliilor, şi a determinării cu mai multă siguranţă a valorii medii a indicilor separaţi, drept valoarea lor cea mai probabilă. In cazul unui număr mare de măsurători ale elementelor de aşezare şi, mai ales, la multiplele dislocări mărunte, cum s'a văzut în exemplul zăcământului dela Tkvarcelsk, fără o prelucrare corespunzătoare este grea soluţionarea unei serii de probleme, care se referă la caracteristica faliilor. In primul rând, este important să se clarifice orientarea faliilor indicate, pentru ca să se poată aprecia raporturile faliilor mici faţă de elementele structurilor mai mari. Pentru aceasta, de multe ori se construesc diagrame

(radiale) ale fracturilor, în cazul dat, razele faliilor. Metoda construcției diagramei este foarte simplă. Dintr'un centru oarecare se duc raze la anumite intervale, de exemplu din 5 în 5° și pe ele, cu totul arbitrar, însă la aceeași scară, se așează, începând dela centru, numărul faliilor după d'recția dată. Dacă se unesc prin drepte punctele astfel obținute ,se obține o diagramă destul de evidentă.

La o precizie de ridicare a direcției de 1—2°, intervalul de 5° între raze corespunde acestei precizii.

Diagrama arătată caracterizează în mod evident numai o grupă de mărimi a direcției faliilor, însă pe ea nu se poate preciza al doilea element, care determină poziția faliilor, și anume unghiul lor de înclinare.

Acest desavantaj al *„razei fracturilor"* face să se prefere diagrama, mult mai folosită în analiza structurii și care se bazează pe aplicația proiecției azimutale de aceeași mărime.

In această proiecție (6), suprafața sferei se transpune pe planul imaginii, care este tangent la polul sferei, cu condiția ca punctele care se găsesc pe sferă, la echidistanțe de punctul de tangență (pe o paralelă), să se aranjeze în proiecție tot după un cerc ,având ca centru punctul de tangență (polul).

Este ușor de imaginat că secțiunile planelor verticale la sferă (meridianele) se vor reprezenta în planul de proiecție prin drepte, care pornesc radial dela pol, iar paralelele se vor proiecta în cercuri concentrice, raza fiecăruia trebuind să îndeplinească condiția, ca suprafața sferei să fie egală cu suprafața segmentului sferic corespunzător.

Din teoria proiecțiilor cartografice (6) este cunoscut că expresiile analitice ale condițiilor arătate, condițiile de egalitate, se exprimă cu formula

$$r=2\,R\sin\frac{\theta}{2}, \tag{4.19}$$

în care: R este raza sferei;
θ — distanța zenitală;
r — raza cercului în planul proiecției.

Deobicei se reprezintă în plan sistemul meridianelor și al paralelelor din emisfera superioară. Intervalele dintre meridiane și paralele se iau aceleași, deobicei de 5°. Precizia datelor de plecare nu cere micșorarea intervalului. Această reprezentare a semisferei se numește rețea de proiecție și se folosește la rezolvarea diferitelor probleme geometrice.

La construcția diagramei, care caracterizează faliile, în același timp pe direcție și pe înclinare, este mai ușor să se folosească normala la falie, căci atunci fiecare falie se va reprezenta în rețea printr'un punct. Sensul normalei se ia în sus. Citirea unghiurilor de înclinare pe rețea se face dela centru.

Scanned with CamScanner

După ce s'au trasat toate normalele sau polurile pe rețea sau pe hârtia de calc aplicat pe rețea, se va obține diagrama punctelor, în limita cercului de proiecție. Distribuția punctelor pe diagramă caracterizează orientarea faliilor și gruparea lor, după elementele lor de înclinare și de direcție. Diagrama punctată indicată este destul de comodă pentru un număr mic de măsurători ale elementelor așezării faliilor. Pentru un număr mare de observații, diagrama punctelor este mai puțin clară. Pentru a se obține cât mai multă claritate, diagrama se supune unei prelucrări suplimentare, care se bazează pe proprietatea fundamentală a proiecției aplicate, și anume că echidistanța permite să se valorifice (aprecieze) intensitatea punctelor diagramei. In acest scop, diagrama punctelor reprezentată pe hârtia de calc se așează pe o rețea de pătrate, de exemplu cu latura de 1 cm ,sau pe hârtie milimetrică, și se calculează intensitatea punctelor (polurile planelor), pe toată suprafață diagramei. Aceasta se poate realiza prin diferite metode. Se poate executa numărătoarea punctelor în interiorul fiecărui pătrat al paletei și se poate raporta pe diagramă la centrele corespunzătoare ale pătratelor. Numerele obținute în valoare absolută sau relativă vor apărea în genul cotelor numerice așezate regulat, în limitele diagramei, și care caracterizează, în limitele ei, intensitatea punctelor. Mai des, la aceasta se folosește expresia relativă a cifrelor arătate, pentru care se ia numărul punctelor din interiorul fiecărui pătrat și se împarte la numărul total de puncte ale diagramei, iar câtul se înmulțește cu 100.

Acest calcul se poate face, după cum se practică în analiza structurală (28), cu ajutorul unui cerc tăiat în hârtie, sau cu o placă de celuloid. Suprafața cerculețului se ia, adeseori, egală cu 1% din suprafața cercului de proiecție; deaceea, la diametrul rețelei (cercului de proiecție) egal cu 20 cm, diametrul cercului mic va fi egal cu 2 cm. Se pot lua și alți diametri ai cercului mic, mai mici sau mai mari decât cel indicat, în funcție de gradul de detaliere sau de generalizare caracteristică faliilor. Cercul se așează apoi pe diagrama punctată, astfel încât centrul său să coincidă cu unele dintre colțurile pătratului rețelei. Toate punctele diagramei, situate în limitele acestui cerc mic, se numără, și numărul obținut se raportează la centrul cercului, sau, ceeace este identic, la punctul din colțul pătratului paletei. Așezând astfel cercul mic, succesiv, deasupra fiecărui punct de colț al paletei pătrate și executând la fel, de fiecare dată, numărătoarea punctelor în interiorul lui, se vor obține pentru întreaga suprafață a diagramei, cotele așezate regulat, exprimate ca și mai înainte, în valori absolute sau relative. Rămâne de unit prin drepte punctele cu cote egale sau cu aceeași intensitate și se obține o diagramă destul de simplă și clară. După forma suprafeței, aceasta se mai numește,

adeseori, diagrama circulară, iar după esenţa conţinutului se numeşte diagrama de orientare a fracturilor.

Pentru a obţine o diagramă mai sugestivă, suprafeţele cu aceeaşi intensitate se haşurează în mod corespunzător, sau se colorează. Uneori, se evidenţiază numai locurile cu maxime.

Diagrama astfel întocmită dă caracteristica generală a faliilor, după măsurătorile elementelor lor de înclinare şi de direcţie, în limita stratului (fig. 184), sau a sectorului (fig. 185) şi permite să se aprecieze sistemele de falii întâlnite şi valoarea medie a elementelor de înclinare şi direcţie ale unui sistem sau al altuia. Este util să se întocmească diagrame analoage pentru analiza fracturilor clivajului, unde numărul de măsurători poate fi deosebit de mare.

Cum s'a arătat mai sus, prin metoda descrisă se pot caracteriza faliile şi după alţi indici, de exemplu, evidenţiind legătura dintre amplitudinea dislocărilor şi elementele de înclinare şi de direcţie. Se pot stabili legături generale ale valorilor determinate ale amplitudinilor medii cu unul dintre sistemele de dislocare.

§ 6. TRASAREA LUCRARILOR MINIERE IN PARTEA DEPLASATA A STRATULUI (ZACAMANTULUI)

La executarea lucrărilor miniere de explorare şi de exploatare în sectoarele dislocate, trasarea justă iniţială a lucrărilor miniere de explorare, cum şi a celor de deschidere înspre partea deplasată a stratului (zăcământului), prezintă cea mai mare importanţă practică.

Lucrările miniere de explorare se trasează pentru a stabili forma faliei şi pentru a determina mărimea amplitudinii de deplasare, după care devine posibilă rezolvarea corectă a problemei asupra direcţiei lucrărilor miniere de deschidere a părţii deplasate a zăcământului.

Prima condiţie fundamentală, care se pune explorării flancului deplasat, constă în obţinerea răspunsului relativ la felul faliei întâlnite (pozitivă sau negativă).

La rezolvarea acestei probleme, înainte de toate se clarifică dacă falia întâlnită în punctul dat nu este continuarea disjuncţiei deja studiate. Dacă se confirmă aceasta, problema despre felul faliei şi, uneori, chiar despre mărimea amplitudinii deplasării, nu necesită o clasificare suplimentară.

In acest caz, prin trasarea lucrării miniere se poate urmări scopul de a preciza numai mărimea amplitudinii de deplasare şi să se lămurească condiţiile geologice din flancul deplasat.

La întâlnirea disjuncţiei pentru prima dată se studiază atent semnele directe, care arată sensul de deplasare al părţii explorate a zăcământului, ca: sgârieturile şi şanţurile de pe oglinzile de fricţiune, ondulaţiile zăcământului, urmele de antrenare, sau prin confruntarea secţiunii rocelor dintr'o parte şi cealaltă a faliei.

Scanned with CamScanner

Prin confruntarea secţiunilor se urmăreşte stabilirea apartenenţei rocelor întâlnite după falie, la un orizont stratigrafic sau altul, care în multe cazuri este posibil la zăcămintele din formaţiuni sedimentare, de exemplu la zăcămintele carbonifere, la care orizonturile caracteristice uşurează recunoaşterea rocelor. Afară de aceasta, aici, semnele directe sunt mai slab exprimate, sau uneori lipsesc cu desăvârşire. Pentru a stabili apartenenţa rocelor întâlnite după faliile din culcuşul sau acoperişul stratului (odescori transversal pe direcţia lui) se trasează o lucrare minieră prin cel din urmă, având o lungime destul de mare, pentru scopul dat. La zăcămintele filoniene se procedează mai rar la recunoaşterea fâşiilor caracteristice, însă, aici, rocele din culcuş şi din acoperiş sunt mult mai rezistente, ceeace favorizează desvoltarea bine exprimată a oglinzii de fricţiune, sau a urmelor de antrenare, ale formaţiunilor filoniene.

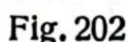


Fig. 202

După stabilirea felului faliei, fiind cunoscute elementele de înclinare şi direcţie ale flancului dat al faliei şi ale liniei de intersecţie, devine posibil să se raporteze falia la un grup sau altul, după clasificarea geometrică (de exemplu clasificarea lui Bauman) şi prin aceasta se determină direcţia după care stratul se dublează.

Concomitent cu raportarea rocelor întâlnite la unul sau altul dintre orizonturi, la rocele din culcuşul sau din acoperişul zăcământului, este posibilă determinarea aproximativă a amplitudinii de deplasare, după normala la flancuri, şi dela ea se trece la determinarea aproximativă a amplitudinii de deplasare după direcţiile de dublare ale stratului, propriu felului faliei. Cu aceasta se rezolvă a doua problemă fundamentală de explorare, — determinarea direcţiei şi a lungimii lucrării miniere trasate înspre flancul deplasat al zăcământului.

Aprecierea comparativă a direcţiei de dublare a stratului se poate face folosind metode grafice, cunoscute din ceeace s'a expus mai sus, sau prin calcul după formulele (4.8)-(4.18). Alegând apoi dintre direcţiile calculate pe cea mai favorabilă (nu este obligatoriu cea mai scurtă), se trasează în lungul ei o lucrare minieră de explorare sau de deschidere a flancului deplasat, în cazul necesităţii de precizare a amplitudinii şi a condiţiilor geologice. Aceasta este calea de soluţionare a problemei geometrice fundamentale la explorare şi la exploatarea sectorului dislocat.

Se va prezenta un exemplu aplicat la condiţiile geologice din bazinul Doneţului.

Fie un punct oarecare *a* (fig. 202), unde galerie direcţională în stratul l_3 a întâlnit o falie. Elementele de aşezare ale flancului, prin care s'a întâlnit dislocarea, sunt determinate şi egale cu: $\alpha = 115^0$ şi $\delta = 55^0$. Elementele de înclinare şi de direcţie ale faliei sunt măsurate cu aproximaţie în punctul *a* şi egale, la rândul lor, cu: $A = 89^0$, $\Delta = 62^0$. Galeria direcţională din punctul *a* a fost continuată în prelungire, până la punctul *b* şi cu ea s'a trecut zona de sfărâmare, iar frontul de lucru s'a oprit în roca, ce n'a fost atinsă de falie. Lucrarea minieră prin zona de sfărâmare se sapă, deobicei, transversal pe direcţia faliei.

Din punctul *b* s'a forat o sondă de mină orizontală, cu azimutul $\alpha = 195^0$, pentru a stabili felul faliei, a determina mărimea amplitudinii şi a lămuri condiţiile geologice. S'a forat cu sondeuza 60,5 m, şi talpa ei *c* s'a oprit în şisturi nisipoase. Coloana stratigrafică, după gaura sondei de mină, după jurnalul de foraj se prezintă ca în tabela 9.

Tabela 9

Coloana stratigrafică, după gaura sondei de mină

Nr. de ordine	Numirea rocelor întâlnite	Distanţa dealungul sondei de mină, în m
1	Şist nisipos	11,00
2	Gresie	17,00
3	Calcar	20,00
4	Şist nisipos	37,50
5	Strat de cărbuni	38,70
6	Şist argilos	39,30
7	Calcar	40,60
8	Şist nisipos	44,65
9	Şist argilos	47,60
10	Şist nisipos	51,40
11	Gresie	53,90
12	Şist argilos	56,40
13	Strat de cărbuni	57,60
14	Şist argilos	58,60
15	Calcar	59,90

Talpa sondei s'a oprit în şist nisipos.

Secțiunea stratigrafică normală a rocelor, care includ stratul pentru sectorul dat, este prezentată în tabela 10

Tabela 10

Secțiunea stratigrafică normală

Nr. de ordine	Numirea rocelor din secțiune	Grosimea normală a rocelor, în m
1	Șist nisipos	6,20
2	Calcar L_6	1,05
3	Șist nisipos	12,10
4	Calcar L_5	0,90
5	Șist argilos	0,70
6	Strat de cărbuni l'_5	0,30
7	Șist nisipos	3,80
8	Șist nisipos de culoare închisă	12,95
9	Strat de cărbuni l_5	0,45—0,65
10	Șist nisipos (gris)	11,15
11	Gresie	4,90
12	Șist nisipos	9,35
13	Calcar L_4	1,10
14	Șist argilos	0,75
15	Strat de cărbuni l_3	0,60—1,15
16	Șist argilos	1,95
17	Gresie	2,10
18	Șist nisipos	3,15
19	Șist argilos	2,40
20	Șist nisipos	3,30
21	Calcar L_3	1,10
22	Șist argilos	0,50
23	Strat de cărbuni l_2	0,50—1,10
24	Șist nisipos	14,30
25	Calcar L_2	2,10
26	Gresie	5,30
27	Șist nisipos	9,70
28	Șist argilos	5,00

In condițiile date trebue să se determine poziția flancului deplasat și să se traseze lucrarea minieră de deschidere.

După elementele existente de înclinare și de direcție ale flancului stratului l_3 și ale faliei C, se construesc întâi aceste planuri și linia lor de intersecție S'' (fig. 202). Construcția arată (ceeace s'a putut constata și în mină), că falia a fost întâlnită în partea flancului din culcuș.

Corelațiile obținute pot da două forme de falie diagonală, și anume:

a) Dacă S'' ocupă în planul faliei C o poziție superioară, față de linia de încrucișare a flancului căutat, vom avea o faliere diagonală pozitivă, o falie de cădere și de alunecare de unghi ascuțit cu înclinare conformă și cu dublarea stratului, numai în planul faliei C, sau într'un plan paralel din partea flancului căutat. Din direcțiile arătate de dublarea stratului, două dintre ele vor fi caracteristice — direcția deplasării condiționate după perpendiculara la liniile de intersecție, care dă distanța cea mai scurtă, și după linia de direcție a faliei. Ultima este, după forma dată a faliei, cea mai avantajoasă pentru trasarea lucrării miniere de deschidere.

b) Dacă linia de intersecție S'' a flancului dat în planul faliei C va ocupa o poziție inferioară față de linia de intersecție a flancului căutat (din acoperiș), vom avea o faliere diagonală negativă, o falie de ascensiune și de alunecare obtuză, de înclinare conformă, cu direcțiile de dublare a stratului după: verticală (h), normală (p) și orizontală (d). Din aceste direcții, ținând seamă de forma dată a faliei și de unghiul de înclinare al stratului, dublarea după normala la strat ar da distanța cea mai scurtă, iar direcția orizontală (d), transversală pe direcția stratului, ar da direcția cea mai avantajoasă pentru trasarea lucrării miniere de deschidere.

O sondă dusă din punctul b trebue să furnizeze date, după care se poate determina felul faliei și se poate răspunde la întrebarea, care dintre cele două forme de faliere arătate mai sus, a avut loc.

Pentru aceasta, se execută o secțiune a rocelor dealungul sondei. După condițiile de proiectare, sonda este orizontală și situată sub unghiul $\theta = (115^0 + 90^0 - 195^0) = 10^0$, față de direcția transversală pe direcția stratului; deaceea, grosimile rocelor modificate în lungul sondei, conform notărilor acceptate înainte, vor fi m'_{oriz}, adică grosimile orizontale după o direcție oarecare, oblică față de direcția stratului.

Pentru a stabili apartenența rocelor traversate de sondă la un orizont sau la altul, secțiunea după sondă trebue să fie confruntată cu secțiunea normală stratigrafică a rocelor, a sectorului dat, pentru care trebue să se facă trecerea dela grosimile măsurate ale rocelor după sondă, la grosimi normale, având elementele de înclinare și de direcție ale rocelor date.

Folosind formula (2.38) și având m'_{oriz} din datele sondei și unghiul θ, se va obține expresia care dă grosimea orizontală m_{oriz} a rocelor arătate, transversal pe direcția lor:

$$m_{oriz} = m'_{oriz} \cos \Theta \tag{a}$$

după care se va exprima, prin formula (2.37), grosimea normală a rocelor după sondă, în funcţie de m'_{oriz}, Θ şi unghiul de înclinare δ:

$$m = m_{oriz} \sin \delta = m'_{oriz} \cos \Theta \sin \delta. \qquad (b)$$

Luând în expresia (b):

$$\cos \Theta \sin \delta = \cos \varphi \qquad (c)$$

ecuaţia se poate scrie (b) sub forma

$$m = m'_{oriz} \cos \varphi. \qquad (4.20)$$

Se va folosi această formulă pentru trecerea directă dela grosimile rocelor măsurate în sondă, la grosimile normale şi pentru comparaţia lor cu grosimile din coloana normală stratigrafică.

Formula (4.20) permite aplicarea următoarei scheme de transformare grafică dela m'_{oriz} la m.

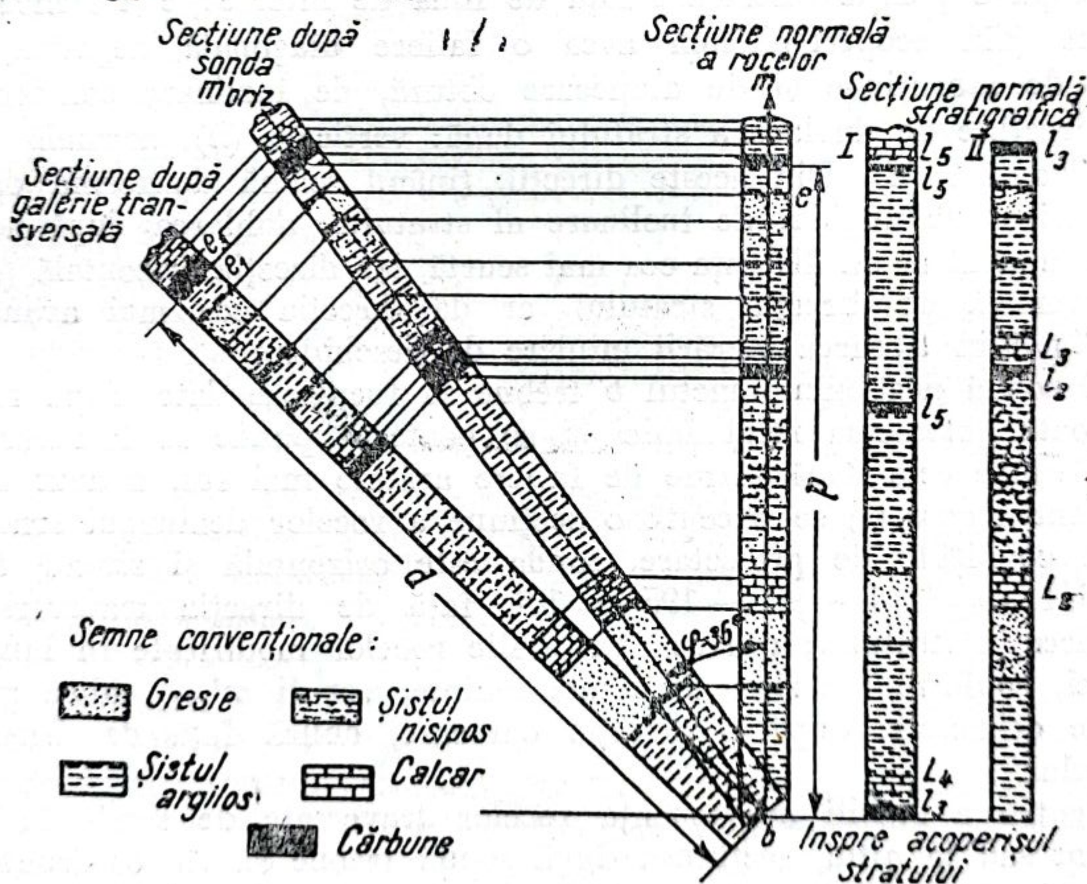


Fig. 203

Se ia direcţia verticală bm (fig. 203), ca direcţie a secţiunii normale. Calculând apoi valoarea $\cos \varphi$, se găseşte acest unghi ajutător. Aşezându-l pe fig. 203, de exemplu, spre stânga direcţiei verticale bm, se obţine direcţia bm'_{oriz}, care este direcţia secţiunii rocelor după sondă. Construind această secţiune după bm'_{oriz}, se proiectează pe direcţia bm şi se obţine astfel secţiunea normală

Scanned with CamScanner

căutată a rocelor indicate. Pentru comparaţia ei cu secţiunea normală stratigrafică a rocelor din sectorul dat, în fig. 203, ea este reprezentată în dreapta secţiunii normale *bm*. Coloana din stânga, *I*, dă secţiunea normală a rocelor înspre acoperişul stratului l_3, iar cea din dreapta, coloana *II*, înspre culcuşul acestui strat.

Comparând secţiunile *I* şi *II* cu secţiunea *bm* (fig. 203), nu este greu de observat, că distanţele dintre orizonturile stratigrafice corespunzătoare şi succesiunea lor corespund identificării din secţiunile *bm* şi *II*, adică sonda a străpuns rocele din culcuşul stratului l_3.

Rezultă că flancul (din acoperiş) căutat este ridicat faţă de flancul dat (din culcuş) şi avem deci falie de ascensiune şi de alunecare obtuză cu înclinare conformă, cu numărul arătat mai sus al direcţiilor caracteristicelor de dublare ale stratului.

Amplitudinea de deplasare pe normală *p* înspre flancuri este reprezentată prin segmentul $\overline{be}$, dacă se admite că punctele *a* şi *b* sunt situate dintr'o parte sau alta a faliei, la o distanţă mică unul faţă de altul.

Acesta este cazul când sonda de explorare a deschis flancul căutat al stratului şi a permis obţinerea unei caracterizări absolut sigure a condiţiilor geologice ale acestui flanc.

Când se obţine siguranţa asupra apartenenţei rocelor întâlnite după falie, la un orizont stratigrafic determinat şi la o structură clară a acestui sector, nu este necesar să se facă o sondă de explorare, sau dacă se face, aceasta poate fi mai scurtă decât sonda dată în exemplul analizat. In acest caz, stabilirea formei falierii, a mărimii de deplasare, cum şi alagerea direcţiei pentru lucrarea minieră de deschidere se rezolvă prin raportarea rocelor întâlnite la un orizont sau altul şi după secţiunea normală stratigrafică a rocelor.

In cazul exemplului analizat, la elementele date de direcţie şi înclinare ale stratului, direcţia cea mai avantajoasă pentru lucrarea minieră de deschidere va fi direcţia orizontală *d*, perpendiculară pe direcţia flancului, adică o transversală.

Secţiunea după direcţia transversalei proiectate se obţine uşor din secţiunea rocelor după sondă, prin proiecţia acesteia din urmă pe direcţia transversalei, care formează, cu direcţia sondei, unghiul $\theta = 10^0$. Distanţa dela gura sondei *b* la stratul l_3, în direcţia transversalei (segmentul $\overline{bl_1}$ — fig. 203), este amplitudinea orizontală de deplasare *d*, perpendiculară pe direcţia stratului.

Se construeşte (fig. 202), transversala proiectată din punctul *b*, la flancul deplasat al stratului l_3. Poziţia galeriei în stratul l_3 din fig. 202 se determină prin transpunerea pe ea a segmentului $\overline{be_1} = d$ (fig. 203). Din fig. 203 rezultă, deasemenea, că transversala trasată

din punctul b, pentru deschiderea părţii aruncate a stratului l_3, va deschide în calea sa flancul deplasat al stratului l_2.

Aşa se prezintă rezolvarea problemei referitoare la „trasarea lucrărilor miniere înspre flancul deplasat“, bazat pe identificarea stratelor, după indicii geometrici.

Metoda arătată este aplicabilă pentru condiţiile de exploatare ale zăcământului carbonifer şi pentru datele de plecare analoage celor din exemplul studiat. Elementele separate ale rezolvării sunt aplicabile şi în alte condiţii, cu modificările corespunzătoare.

Se va analiza încă un exemplu.

Fie cunoscut un punct oarecare de pe flancul deplasat, de exemplu punctul A de cotă Z_A (fig. 204). Falia este deschisă în punctul B

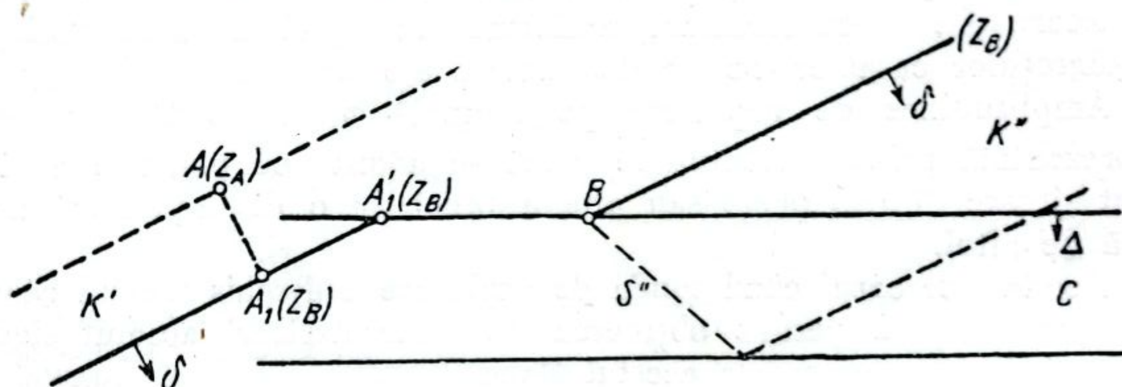


Fig. 204

de cotă Z_B, In acest caz, direcţia explorării poate fi stabilită astfel: cunoscând diferenţa cotelor între punctele A şi B, cum şi elementele de înclinare şi direcţie ale flancurilor (K'' după datele planului topografic minier, iar K' din condiţia paralelismului flancurilor) şi plecând din A, se determină, pe linia de pantă a flancului deplasat K', punctul A_1 cu înălţimea Z_B.

Ducând prin acest punct direcţia zăcământului, se obţine, la intersecţia ei cu curba de nivel cu aceeaşi cotă a faliei, punctul A. Direcţia din punctul B către punctul A'_1 (în fig. 204 este arătat cu săgeată) va fi direcţia căutată de explorare, sau direcţia lucrării miniere de deschidere.

In adevăr, avem aici o falie de cădere şi de supraalunecare, cu înclinare conformă de unghi ascuţit, pentru care, după cum se ştie din cele expuse mai sus, direcţia cea mai avantajoasă de explorare este direcţia după linia de direcţie a faliei sau, mai precis, după o linie paralelă la direcţia faliei, situată după falie, din partea flancului deplasat.

Pentru condiţiile bazinului Kuzneţk, ţinând seamă de monotonia depunerilor carbonifere, stabilirea formelor de faliere în scopul alegerii direcţiei lucrării miniere de descihdere, cere să se acorde o atenţie

deosebită găsirii indicilor de alunecare în planul faliei, sau în zona sa, etc.

Din cele expuse rezultă că, la rezolvarea problemei date, în faza de explorare, cum şi la exploatarea zăcământului, sarcina de bază o prezintă stabilirea apartenenţei rocelor întâlnite după falie, la un orizont stratigrafic sau altul, după secţiunea generală a rocelor din acest sector. In cazurile când structura secţiunii grosimii productive este stabilită cu siguranţă şi este scos în evidenţă caracterul de constanţă sau de variaţie al acestei structuri, rezolvarea problemei analizate se efectează cu succes, prin folosirea indicilor şi a raporturilor geometrice. Afară de aceasta, cunoaşterea deplină a raporturilor geometrice şi folosirea lor constitue problema fundamentală a cercetărilor. La explorarea sectoarelor deranjate însă, când se studiază structura zăcământului, structura secţiunii, constanţa sau caracterul de variaţia al indicilor, raporturile şi indicii geometrici nu sunt suficienţi pentru identificarea sigură a stratelor.

In stadiul actual al cunoştinţelor geologice, în această privinţă (10), se indică o serie întreagă de indici îndrumători, care servesc la identificarea stratelor la explorare.

Indicii arătaţi, aplicabili la zăcăminte carbonifere, se împart în următoarele trei grupe:

I — indici care se referă la masivul carbonifer,
II — indici care se referă la stratul de cărbuni şi
III — indici care se referă la componenţa cărbunelui.

Se vor enumera indicii din interiorul fiecărei grupe.

Primei grupe aparţin:

1. orizonturile care conţin faună (marină sau de apă dulce);
2. orizonturile cu floră fosilă;
3. distanţa dintre strate;
4. succesiunea stratelor;
5. caracterul litologic al rocelor intermediare;
6. incluziunile vizibil evidente proprii unor orizonturi (argiloase, feroase, sferosideritele, roce arse, etc.).

Grupei a doua aparţin:

1. caracterul culcuşului stratului;
2. caracterul acoperişului stratului;
3. intercalaţiile;
4. cenuşa vulcanică în cărbune;
5. structura stratului;
6. incluziunile din cărbune;
7. grosimea stratului şi menţinerea ei după direcţiile caracteristice;
8. prezenţa însoţitorilor.

Grupei a treia aparţin:

1. puritatea sau impuritatea cărbunelui;
2. compoziţia cenuşei;
3. gradul de carbonizare;
4. prezenţa în strat a tipurilor speciale de cărbune;
5. caracterul de separare în cărbune;
6. structura cărbunelui (macro şi micro-structura).
7. paralelismul stratelor după spori.

Simpla enumerare a indicilor ,după care se identifică stratele, şi a metodelor după care se execută această operaţie, denotă numărul lor mare şi necesitatea crescândă de noi indicii. Este necesar să se menţioneze, că metodele cele mai eficace sunt cele care se bazează pe studiul substanţei cărbunelui, deoarece prin ele se stabileşte apartenenţe stratului la un orizont determinat, independent de orice fel de deranjamente tectonice. O metodă sigură pentru stabilirea sinonimelor cărbunilor paleozoici este metoda bazată pe principiul stratigrafic de analiză a prafului de spori. Insă problema stabilirii apartenenţei rocelor întâlnite după falie la un orizont sau la altul, mai ales în condiţiile depunerilor carbonifere puternice şi monotone, cere aplicarea metodelor petrografice, pentru descifrarea rocelor intermediare.

Astfel, stabilirea sigură a apartenenţei stratului de cărbune, sau a rocelor la un orizont sau la altul, mai ales în faza de explorare, trebue să se bazeze pe un complex întreg de determinări şi care cere din partea observatorului o cercetare atentă a fondului condiţiilor geologice. Un asemenea studiu al condiţiilor naturale ale exploatării zăcămintelor, deplina folosire a raporturilor şi a proprietăţilor geometrice proprii lor, permit metodei geometrice să ocupe locul cuvenit în soluţionarea problemei puse.

In concluzie, se vor preciza o serie de observaţii relative la regulile pentru regăsirea părţii deplasate a zăcământului. La lucrările în sectoarele deranjate, trasarea lucrărilor miniere înspre flancul deplasat este o operaţie frecventă şi de răspundere. Deaceea, trebue să fie aplicabilă tendinţa permanentă pentru elaborarea metodelor soluţionării celei mai sigure a acestei probleme. Prin aceasta se explică numărul mare de reguli, propuse în diferite timpuri, pentru regăsirea flancului deplasat.

Sistematizarea şi analiza lor substanţială au fost făcute de P. M. Leontovski şi de alţi cercetători. Regula propusă de V. I. Bauman a fost arătată la expunerea metodei sale de clasificare a faliilor. Alte reguli, datorită aplicării lor limitate în practică, cum şi posibilităţii de înlocuire a lor cu o soluţionare mai sigură a problemei, prin proiecţie cotată, nu au sens să fie expuse.

Comun tuturor regulilor amintite este faptul, că, la baza lor, stau unii sau alţii dintre indicii geometrici sau geologici. Regulile privesc ,mai ales, trasarea lucrării miniere de legătură între flancul cunoscut şi flancul deplasat, după ce s'a stabilit felul faliei. Astfel, dela aceste reguli nu trebue să se aştepte o soluţie universală a problemei, pentru orice condiţie. La întâlnirea unei falii cu lucrările miniere, este necesar, cum s'a văzut mai sus, să se culeagă datele care caracterizează falia şi conjunctura geologică; analiza acestor date, calculul şi construcţiile, vor conduce la determinarea poziţiei flancului deplasat. Astfel, rezolvarea necesară a problemei rezultă organic din studiul condiţiilor, fără aplicarea regulilor. In acest caz, desigur, regulile nu sunt necesare. N'ar fi însă justă o negare categorică şi complectă a necesităţii indiciilor practice, pentru rezolvarea problemei analizate. Pentru exploratori, în preocuparea cărora intră în mod continuu problemele fundamentale de asigurare a ritmului de lucru necesar, cum şi îmbunătăţirea procesului tehnologic a producţiei, orice deviere spre soluţionarea altor probleme ar fi neraţională. Deaceea, îndrumările practice, regulile care permit rapid ,fără oprirea executării lucrărilor miniere, să le îndrepte pe făgaşul dorit, sunt desigur folositoare. Este important ca aceste sfaturi practice să corespundă condiţiilor de executare a lucrărilor, să decurgă din ele şi să constitue un ajutor real. In sarcina directă a colaboratorilor serviciilor topografice miniere şi a celor geologice ale întreprinderilor, intră elaborarea acestor reguli şi instrucţiuni, pentru condiţiile date, cum şi înzestrarea exploatărilor cu ele.

De exemplu, minerii folosesc foarte mult „regula mâinii drepte şi stângi", care constă în faptul că, întâlnindu-se cu o galerie direcţională falia, dacă ea apare întâi în partea dreaptă a frontului de lucru, galeria transversală spre aripa deplasată se va executa spre dreapta (fig. 205, *a*); în cazul invers, se va executa spre stânga (fig. 205, *b*).

In exemplele de mai sus s'a văzut că, pentru o serie de bazine, la stratele strânse în cute, se formează falii direcţionale şi diagonale. Faliile diagonale se grupează în două sisteme, situate unele faţă de altele sub un unghi de 60—110°, astfel încât bisectoarea lor este aproape perpendiculară pe direcţia faliilor longitudinale.

Pe flancurile cutelor se desvoltă mai ales cele două sisteme de falii diagonale arătate, care divizează flancurile într'o serie de plăci şi pene, împinse în trepte unele pe altele. Acestea creează forma reprezentată în fig. 206. Aici este reprezentat schematic flancul anticlinalului fracturat de falia longitudinală *1* şi de sistemul de disjuncţii diagonale. Faliile *1*, *2*, *4* şi *5* aparţin aceluiaşi sistem, iar falia *3* aparţine altui sistem. Stratul şi grosimea lui corespunzătoare sunt fracturate de faliile diagonale arătate, în plăci şi în pene.

Scanned with CamScanner

Primul sistem de falii diagonale (faliile *1, 2, 4* și *5*, fig. 206), creează raporturile între aripile stratului și falie, reprezentate în

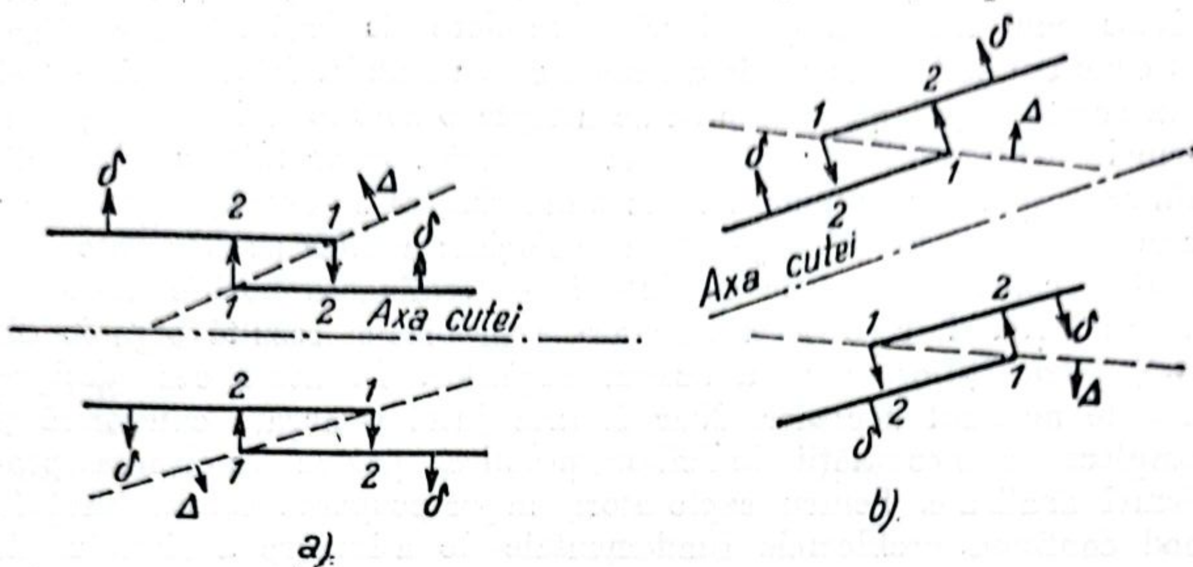


Fig. 205

fig. 205, *a*, din care rezultă regula „mâinii drepte", pentru trasarea lucrării miniere transversale de legătură. Al doilea sistem al faliilor

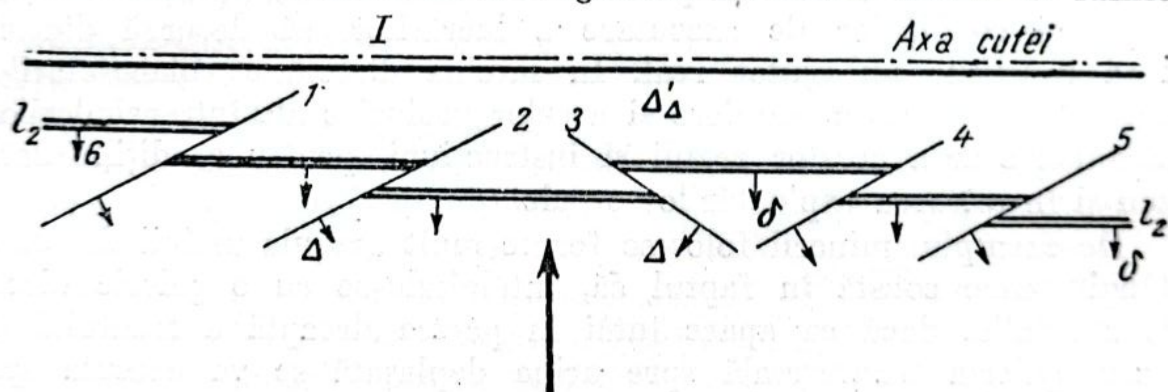


Fig. 206

diagonale (falia 3, fig. 206) creează raporturile între flancuri și falie exprimate în fig. 205, *b*, pentru care este valabilă regula „mâinii stângi".

Concluzile practice de acest fel, care exprimă raporturi determinate, real existente, sunt desigur folositoare.

§ 7. DESPRE FALIILE CURBILINII

In toate cele expuse mai sus referitor la falii, s'a pornit dela presupunerea, că alunecarea părții deplasate în toate punctele faliei a fost rectilinie și s'a produs pe aceeași distanță. In adevăr, majoritatea faliilor cercetate aparțin anume acestor disjuncții rectilinii.

Numai în cazuri relativ rare se produce torsiunea unui flanc al stratului față de celălalt. Acest caz se exprimă prin neparalelismul flancurilor și apropierea liniilor de intersecție $S'S''$, care se întretaie într'un punct oarecare O (fig. 207).

Valoarea deplasării se micșorează, pe măsură ce ne apropiem de punctul O (deplasarea se stinge). Deaceea, unghiul ω se numește unghiul de stingere, iar punctul O, punctul de stingere. Valoarea deplasării în punctul O este egală cu zero. Mai departe ea se majorează din nou, pe măsura depărtării dela punctul de stingere. Cum rezultă din

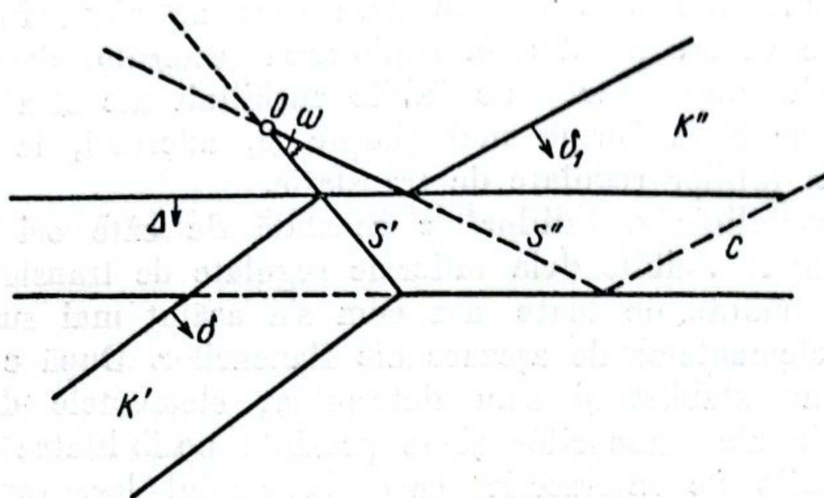


Fig. 207

fig. 207, dacă în planul faliei, mai jos decât punctul O s'a exercitat o tensiune (depărtarea flancurilor unul de altul), atunci mai sus de acest punct va avea loc încălecarea flancurilor. Dacă liniile de intersecție au rămas după torsiune în planul faliei, aceasta înseamnă că torsiunea lor s'a produs în jurul axei perpendiculare pe planul faliei, în punctul O. In consecință, orice punct de pe liniile de intersecție descrie un cerc. Astfel, traiectoria alunecării este reprezentată aici printr'o linie curbă. Deaceea, aceste falii se numesc falii curbe. In funcție de forma suprafeței faliei, faliile curbilinii poartă diferite nume. Faliile de torsiune regulate sunt faliile care s'au produs printr'o mișcare de rotație în jurul unei axe fixe, după planul faliei. Posibilitatea de a se produce o astfel de mișcare este lămurită mai sus.

Faliile cilindrice de torsiune sunt faliile care se produc printr'o mișcare de rotație în jurul unei axe fixe, după suprafața cilindrică a faliei. Pentru a fi posibilă o astfel de mișcare, suprafața faliei trebue să fie cilindrică, și axul faliei trebue să coincidă cu axul cilindrului. Traiectoria mișcării punctelor corespunzătoare are formă de cerc, adică baza cilindrului.

Faliile conice de torsiune sunt faliile, care se produc printr'o mișcare de rotație în jurul unei axe fixe, după o suprafață conică a

Scanned with CamScanner

faliei. Posibilitatea producerii unei asemenea mişcări este asigurată prin suprafaţa conică a faliei. Axa de torsiune trebue să coincidă cu axa conului. Proiecţiile mişcării punctelor corespunzătoare sunt, deasemenea, cercuri.

Faliile de torsiune sferice se produc printr'o mişcare oarecare de rotaţie, după o suprafaţă sferică a faliei. Suprafaţa sferică se poate produce printr'o rotaţie în jurul centrului sau în jurul axei. Rotaţia poate fi efectuată după o suprafaţă de oarecare complexitate.

Deaceea teoretic, se poate evidenţia un număr foarte mare de falii curbilinii, însă o astfel de clasificare ar ajuta foarte puţin, din punct de vedere practic, la explorarea sectorului deranjat.

In limitele unui sector mic faliile curbilinii ale stratelor se pot reduce totdeauna la forme mai simple şi, adeseori, la forma cea mai simplă a faliilor regulate de translaţie.

Forma curbilinie a faliilor se constată de câte ori se pun în evidenţă, abateri vizibile dela falierele regulate de translaţie. Aceasta se exprimă, înainte de toate, aşa cum s'a arătat mai sus, prin diferenţierea elementelor de aşezare ale flancurilor. După cele indicate mai sus, s'au stabilit şi s'au determinat elementele de înclinare şi de direcţie ale flancurilor şi se prezintă posibilitatea să se construiască liniile de intersecţie, care, la rândul lor, vor determina unghiul de stingere ω şi punctul de stingere O, numite elemente ale torsiunii.

Elementele de torsiune, astfel stabilite, se pot extrapola ulterior în sectoarele adiacente şi astfel se pot găsi pentru orizonturile vecine, valoarea deplasării şi caracterul de încălecare.

Scanned with CamScanner

PARTEA A TREIA

GEOMETRIZAREA ZĂCĂMINTELOR DE SUBSTANȚE MINERALE UTILE

CAPITOLUL V

CERCETAREA SUPRAFEȚELOR TOPOGRAFICE ASCUNSE

§ 1. CONSIDERAȚII GENERALE

Studiul proprietăţilor şi al raporturilor geometrice, care caracterizează zăcământul de substanţe minerale utile, în ce priveşte explorarea şi exploatarea lui, s'a referit până aici numai la forme mai simple, adică zăcămintele stratiforme. Caracteristica geometrică a celor din urmă s'a rezumat numai la forma lor. Simplicitatea acestor forme a permis să se efectueze studiul geometric, cu un număr limitat de puncte de explorare.

Caracteristica geometrică a zăcămintelor mai complexe după forma şi compoziţia lor cere un număr mare de puncte de explorare şi studiul unui număr însemnat de indici.

Unii dintre aceşti indici cum ar fi, de exemplu: cota, adâncimea la care se află zăcământul, grosimea zăcământului, se referă la forma zăcământului şi sunt elementele planurilor şi ale graficelor structurale. Alţi indici, ca de exemplu: conţinutul componenţilor utili şi străini, densitatea, etc., se referă la compoziţia substanţială a minereurilor, la proprietăţile şi particularităţile rocelor înconjurătoare şi constitue elementele aşa numitelor planuri calitative şi ale graficelor calitative.

Totalitatea indicilor poate caracteriza nu numai forma şi proprietatea zăcământului, ci şi procesele care au avut loc în profunzime. De exemplu, observând scufundarea suprafeţei deasupra spaţiului exploatat, se poate forma o imagine despre mişcarea rocelor situate deasupra lucrărilor miniere.

Caracteristica geologică şi de exploatare a zăcămintelor de substanţe minerale utile, atât prin construcţia planurilor de structură şi

a celor de calitate, cât şi prin întocmirea materialului documentar, în legătură cu aceasta, se numeşte geometrizarea zăcămintelor. Lucrările de geometrizare a zăcămintelor organizate şi efectuate sistematic în timp util devin o condiţie necesară la orice întreprindere, unde se fac lucrări geologice de explorare şi lucrări miniere de exploatare.

Elaborarea metodelor de geometrizare a zăcămintelor, pe baza folosirii metodei isoliniilor, aplicabilă zăcămintelor de substanţe minerale utile solide, din U. R. S. S., se datoreşte lui P. K. Sobolevski şi elevilor săi.

Aplicarea metodei isoliniilor, ca mijloc de reprezentare, este cunoscută de mult. In domeniul geologiei şi în minerit, aplicarea pe scară largă a acestei metode s'a început întâi în stratele petrolifere şi la exploatările de ţiţei, pentru reprezentarea structurii zăcămintelor.

P. K. Sobolevski a început elaborarea metodelor de geometrizare a zăcămintelor de substanţe minerale utile solide, încă din anii 1900—1905. In decurs de mai mulţi ani, această metodologie a fost insistent studiată şi intens difuzată, dar aplicarea ei reală a devenit posibilă numai după Marea Revoluţie Socialistă din Octombrie, în special în anii cincinalelor staliniste şi în prezent, s'a impus în industria minieră, ca una dintre metodicele de explorare geologică şi de topografie minieră.

Geometrizarea zăcămintelor se compune din următoarele faze:
1. culegerea datelor pe teren şi înregistrarea lor;
2. prelucrarea datelor şi a materialelor existente;
3. întocmirea planurilor de structură şi de calitate.

Nu trebue să se imagineze că, la început, se face culegerea materialului pe întregul zăcământ şi numai după aceea se trece la prelucrarea lui, pentru a obţine rezultatul sub forme de planuri de structură şi de calitate. Dimpotrivă, fiecare observaţie se prelucrează imediat şi se prezintă astfel, încât să poată fi folosită imediat. In aceasta constă eficacitatea şi valoarea operativ-productivă a datelor obţinute, pentru organizarea justă a etapei următoare de lucru.

Concomitent cu aceasta, folosirea curentă a rezultatelor geometrizării presupune, ca un lucru dela sine înţeles, însemnătatea lor pentru perspectivele exploatării şi pentru îmbogăţirea materialului ştiinţific, obligând să se execute continuu generalizarea lor sistematică.

Intocmirea din timp a planurilor de structură şi de calitate a zăcământului permite să se aprecieze, în orice moment, justeţea executării lucrărilor geologice de explorare şi a lucrărilor miniere de exploatare. Aceasta este posibil, numai după ce au fost examinate raporturile reciproce între lucrările miniere săpate sau de executat, şi forma şi condiţiile de aşezare ale zăcământului. Observând cu

atenţie în timpul mersului lucrărilor de explorare sau de exploatare, variaţia condiţiilor de zăcământ şi calitatea substanţei minerale utile şi dând la timp caracteristica structurală şi calitatea zăcământului, sub formă de grafice corespunzătoare, se pot planifica mai just lucrările viitoare de explorare geologică şi cele miniere.

Astfel, organizarea justă a lucrărilor, începând cu studiul zăcământului şi sfârşind cu exploatarea lui, cere o muncă sistematică la întocmirea planurilor de structură şi de calitate, cum şi complectarea lor continuă.

Geometrizarea zăcământului, fiind una dintre metodele de lucru ale geologiei de explorare şi ale topografiei miniere, trebue să fie organic contopită cu ele.

Prin executarea geometrizării izolate sau separate, adeseori, se rupe contactul cu interesele producţiei, ceeace are ca consecinţă obţinerea unui material bun numai pentru arhivă. Esenţa metodei isoliniilor, ca un mijloc de reprezentare, este simplă şi rezultă din metoda proiecţiei cotate, aplicată la reprezentarea suprafeţelor topografice neregulate.

Geometria minieră are ca obiect studiul şi reprezentarea zăcămintelor de substanţe minerale utile şi a condiţiilor lor de zăcământ. Fiecărui zăcământ trebue să i se dea, în urma studierii lui, o caracteristică de structură şi de calitate. Prin urmare, în forme mai generalizate, obiectul geometriei miniere este studiul indicilor de structură şi de calitate ai zăcământului.

Forma zăcământului poate fi foarte variată. Deaceea, forma generală se poate imagina ca un corp sulid mărginit de suprafeţe topografice. Rezultă că se poate exprima cota punctului de pe suprafaţa corpului, în funcţie de coordonatele orizontale:

$$z = f(x, y). \quad (5.1$$

Forma funcţiei este determinată de condiţiile geologice concrete.

Referitor la calitatea (proprietatea) şi particularitatea substanţei minerale utile şi a rocelor înconjurătoare, se poate afirma, că ele variază deasemenea şi nu rămân aceleaşi în diferite puncte. Nu este greu să se imagineze că variaţia calităţii substanţei minerale utile poate avea loc după orice direcţie în spaţiu, în funcţie de condiţii, adică, această variaţie, în sensul fixării sale în spaţiu, este în funcţie de coordonatele punctului.

Exemplul 1. Cercetările făcute asupra zăcămintelor carbonifere din bazinul Doneţ arată variaţia conţinutului de substanţe volatile odată cu adâncimea şi în direcţie dela Vest spre Est, cu conţinutul în cenuşă, cum şi cu alţi indici. Variaţiile arătate s'au produs din cauze generale şi locale. Cauzele generale sunt, de exemplu, condi-

Scanned with CamScanner

ţiile tectonice, iar dintre cele locale, caracterul substanţei, care se transformă în cărbuni.

Exemplul 2. Prezenţa în zăcămintele cuprifere a zonelor de minereu oxidate şi a zonei de minereu sulfidice, cum şi trecerea dela o zonă la alta, arată variaţia compoziţiei minereului dela un punct la altul.

Exemplul 3. Conţinutul în Fe, proprietăţile fizice ale minereului, cum şi alţi indici ai zăcămintelor dela Krivoi Rog, variază deasemenea dela un punct la altul.

Se pot aduce, astfel, numeroase exemple, însă cele arătate sunt suficiente pentru a se vedea că orice indice al zăcământului, sub influenţa condiţiilor geologice locale sau generale, variază dela un punct la altul, chiar în limitele unui sector restrâns.

Astfel, orice proprietate (particularitate) a substanţei minerale utile şi a rocelor este o funcţie a coordonatelor punctului, în sensul caracterizării spaţiale (geometrice):

$$p=f(x,y,z) \tag{5.2}$$

Forma funcţiei este determinată de condiţiile reale.

Situaţia expusă nu ar fi generală, dacă n'ar fi legată de timp (t).

In natură se petrece un proces continuu de transformare (mişcare) a materiei în timp. Se constată aceasta în permanenţă în procesele geologice, în urma cărora rocele se găsesc în stare de transformare continuă. Aceste transformări în timp, pentru majoritatea substanţelor minerale utile, mai ales a celor solide, sunt atât de încete, încât, pentru durata de exploatare, practic, pot să nu fie luate în consideraţie şi să se folosească drept caracteristică generală, variaţiiie expresiei (5.2).

In legătură cu exploatarea zăcămintelor de substanţe minerale utile solide, după cum s'a menţionat mai sus, se pot întâlni procese accesibile observaţiei, de exemplu, procesul scufundării suprafeţei (procesul mişcării rocelor) sub influenţa lucrărilor de exploatare.

Din cele expuse rezultă că indicii de structură (forma) se prezintă ca o funcţie de două variabile, iar indicii calitativi, ca o funcţie de trei variabile. Reprezentarea acestor funcţii sub forma analitică nu reuşeşte, din cauza complexului de condiţii şi a numărului mare de factori, care condiţionează caracterul (forma) funcţiei. Deaceea, metoda grafică rămâne unicul procedeu de prezentare a indicilor de structură şi de calitate pentru studierea lor, după o serie de valori particulare ale funcţiilor (5.1) sau (5.2).

S'a arătat mai sus, că folosirea metodei isoliniilor, la studiul reprezentării grafice a funcţiilor de forma (5.1) şi (5.2), este posibilă numai atunci, când acestea îndeplinesc condiţiile menţionate de P. K. So-

Scanned with CamScanner

bolevski și anume: a) de sens finit; b) de valoare unică; c) de continuitate; d) de regularitate .Caracteristica lor a fost dată la locul respectiv.

Primele două sunt evidente și nu provoacă nicio îndoială.

A treia condiție nu trebue interpretată în sensul, că între două puncte oarecare din spațiu trebue să existe aceiași indici.

Fie de exemplu un zăcământ aurifer aluvionar (33). Aici, în fond, nu există o discontinuitate în distribuția metalului, deoarece nu există un lingou compact de metal, ci particulele fine de metal sunt diseminate în întreaga masă a nisipurilor, care conțin aurul. Insă, dacă se împarte întregul zăcământ în volume elementare, de exemplu în metri cubi, și conținutul determinat de metal în interiorul fiecărui volum este raportat la cel din urmă, atunci, pentru ușurința construcțiilor grafice, se va considera convențional conținutul în metal distribuit uniform în volumul elementar indicat.

In fig. 208 *a* sunt reprezentați 8 m³ luați după o direcție oarecare *(AB)* a zăcământului. Distribuția metalului în fiecare metru cub este reprezentată în figură, sub formă de particule pulverulente (puncte). Conținutul metalului s'a determinat pentru fiecare element de volum, în grame pentru unitatea de volum sau masă. Valorile obținute sunt înscrise lângă fiecare metru cub. In fig. 208 *b*, conținutul în metal este reprezentat grafic, sub formă de ordonate în punctele *1, 2 . . . 8*. Linia frântă continuă, care unește vârfurile ordonatelor, caracterizează, cu precizie practică suficientă, variația conținutului în metal, după direcția dată.

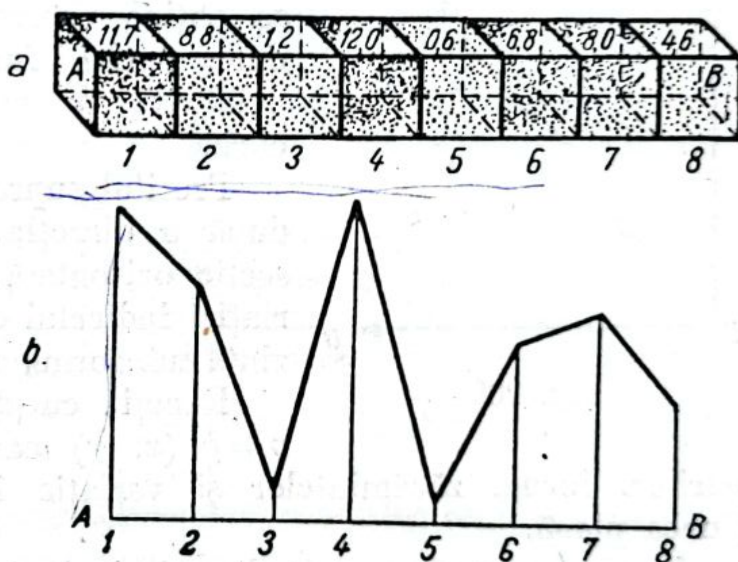


Fig. 208

Noțiunea de funcție armonică are un sens mai puțin determinat, decât funcția continuă. La reprezentarea grafică, funcția armonică se caracterizează prin variația continuă a curburii, sau prin variația continuă a ordonatelor curbei. Dacă totalitatea observațiilor permit să se construiască după acestea, într'un interval sau altul, o curbură armonică, reprezentând funcția analizată, observațiile se pot considera ca suficiente. Astfel, valoarea practică a condițiilor de regularitate (armonice) constă în faptul că ele determină suficiența observațiilor.

Mai sus s'a menționat, că forma analitică a funcțiilor $z = f(x,y)$ și $p = f(x, y, z)$ este necunoscută. Deaceea, la studiul zăcămintelor,

Scanned with CamScanner

reprezentarea grafică a funcţiei (indicilor), după valorile ei particulare, este un procedeu mai comod şi, în special, mai evident, pentru caracterizarea lor.

Metoda de reprezentare grafică trebue să satisfacă două cerinţe fundamentale:

a) posibilitatea determinării funcţiei, din argumentele ei date, direct de pe desen (comoditatea de măsurare) şi b) reprezentarea sugestivă a variaţiei funcţiei (sugestivitate). Condiţiile arătate sunt satisfăcute complect de metoda proiecţiei cotate, aplicabilă la reprezentarea corpurilor cu suprafeţele (topografice) neregulate, care se numeşte metoda isoliniilor.

Se va urmări succesiv reprezentarea grafică a funcţiilor:

a) cu o singură variabilă independentă $y=f(x)$;

b) cu două variabile independente $z=f(x,y)$;

c) cu trei variabile independente $p=f(x,y,z)$.

Pentru reprezentarea funcţiei $y=f(x)$, se vor lua axele de coordonate rectangulare x, y (fig. 209). Construind o serie de puncte, care corespund valorilor particulare ale funcţiei şi unindu-le cu o curbă armonică, se obţine reprezentarea grafică a funcţiei date. Astfel, funcţia cu o variabilă independentă se prezintă ca o singură linie curbă.

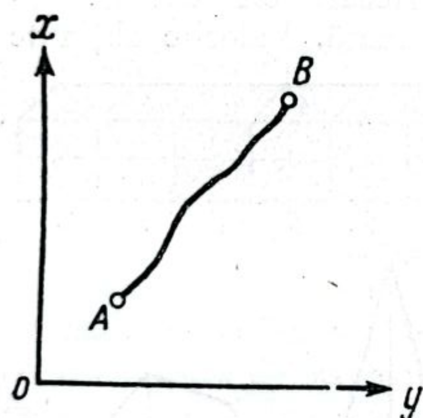


Fig. 209

Profilul suprafeţei, în secţiune verticală, după o direcţie oarecare, (linia de intersecţie orizontală a suprafeţei şi curba variaţiei indicelui după direcţia dată), se prezintă sub forma curbelor $y=f(x)$ (fig. 209).

Funcţia cu două variabile independente $z=f(x, y)$ caracterizează suprafaţa corpurilor, forma zăcămintelor şi variaţia indicilor calitativi, în secţiunea plană.

Dacă se vor da o serie de valori particulare lui z, egale cu a_1 a_2, $a_3 \ldots a_n$, se vor obţine o serie de expresii:

$$a_1=f_1(x,y)$$
$$a_2=f_2(x,y)$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$a_n=f_n(x,y)$$

care se pot scrie sub forma de mai jos:

$$y=\varphi_1(x,a_1)$$
$$y=\varphi_2(x,a_2)$$
$$\cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot$$
$$y=\varphi_n(x,a_n) \qquad (5.3)$$

Scanned with CamScanner

Ultima reprezintă o serie de funcţii ale unei singure variabile independente, fiecare dintre ele, după cum s'a văzut în exemplul de mai sus, se va reprezenta grafic printr'o curbă. Particularitatea lor constă în faptul că, în orice punct, pentru fiecare curbă, z are aceeaşi valoare.

Fie în fig. 210 reprezentată funcţia de forma (5.3) pentru:

$$z=a_1,\ z=a_2,\ z=a_3 \text{ şi } z=a_n$$

Rezultă că funcţia cu două variabile independente $z=f(x, y)$ este reprezentată prin o serie de curbe, fiecare dintre ele fiind curba, care uneşte punctele de aceeaşi cotă (z).

Nu este greu de observat că există o analogie completă cu reprezentarea suprafeţei topografice.

Astfel, funcţia cu două variabile independente este reprezentată sub forma unei suprafeţe topografice. Practic, la reprezentarea formei corpului pe suprafaţa celui din urmă, într'o serie de puncte, se determină valorile cotelor z de pe suprafaţa corpului. Aceste puncte se raportează pe plan după coordonatele orizontale (x, y).

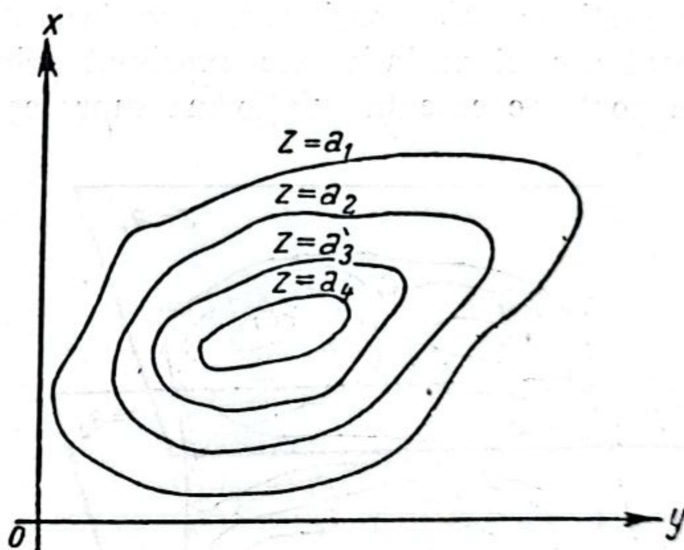


Fig. 210

Folosind valorile lui z pentru aceste puncte, pe desen, se construesc isoliniile sau isohipsele prin unirea punctelor cu aceeaşi cotă. Planul astfel obţinut se numeşte planul hipsometric al zăcământului.

Pentru o serie de probleme de explorări geologice şi de minerit, se întocmesc planurile hipsometrice ale acoperişului şi ale culcuşului zăcământului, culcuşului zăcămintelor aluvioare, orizontul hidrostatic, etc. Ca formă de suprafaţă topografică poate fi reprezentată grafic, caracteristica grosimii zăcământului. In acest caz, grosimea zăcământului se va reprezenta prin isogrosimi, adică linii care unesc punctele zăcământului cu aceeaşi grosime. Din cele expuse rezultă, că forma zăcămintelor poate fi reprezentată prin diferite planuri de structură, la baza construcţiei cărora stă metoda isoliniilor.

Reprezentarea grafică a funcţiei cu trei variabile independente $p=f(x, y, z)$ se reduce la obţinerea din această funcţie a unei serii de funcţii cu două variabile independente, fiecare dintre ele, la fel cu cele precedente, reprezentându-se sub forma unui plan topografic.

Scanned with CamScanner

Fie $p=f(x,y,z)$ funcţia care exprimă conţinutul metalului în minereu. Se va presupune că funcţia $p=f(x,y,z)$ are coordonata z egală succesiv cu: a_1, a_2, etc., se vor obţine funcţiile următoare:

$$p=\varphi_1(x,y,a_1)$$
$$p=\varphi_2(x,y,a_2)$$
$$\cdots\cdots$$
$$p=\varphi_n(x,y,a_n),$$

fiecare dintre ele exprimând o funcţie cu două variabile independente, care este reprezentată printr'o suprafaţă topografică. Rezultă că funcţia cu trei variabile independente va fi reprezentată grafic printr'o serie de plane topografice.

Fie H_1, H_2, H_3, în fig. 211, planele orizontale, care coincid cu cotele corespunzătoare $z=a_1$ $z=a_2$, $z=a_3$. La orizonturile indicate, se obţin secţiunile corpului de minereu. In fiecare secţiune[1], de exemplu în secţiunea H_1, conţinutul p variază dela un punct la altul. Caracterul acestei variaţii este exprimat prin funcţia $p=\varphi_1(x,y,a_1)$, care se poate reprezenta sub forma suprafeţei topografice. In adevăr, conţinutul componentului util, în diferite puncte ale secţiunii H_1, are valorile C_1, C_2, $C_3 \ldots C_n$. Considerând cele din urmă drept cote, se construesc, în planul acestei secţiuni, liniile cu acelaşi conţinut în metal, care, în totalitatea lor, dau imaginea unei suprafeţe oarecare, convenţionale, topografice (imaginară). Prin urmare variaţia conţinutului în metal din minereu (distribuţia lui) în planul orizontului dat (H_1) al lucrărilor miniere este reprezentată sub forma de suprafaţă topografică convenţională.

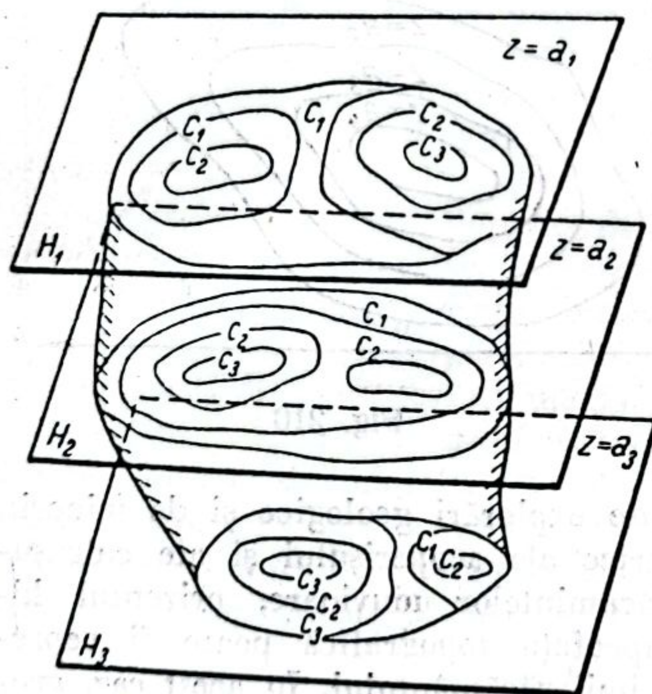


Fig. 211

Construcţii analoage se pot face şi în alte orizonturi de lucru H_2, H_3 (fig. 211). Deaceea, distribuţie conţinutului metalului în corpul de minereu poate fi reprezentată printr'o serie de suprafeţe topografice.

[1] Se presupune nu o secţiune plană, ci o făşie oarecare adiacentă la secţiune (nota redacţiei).

Pe calea indicată, se pot reprezenta variaţiile oricărui indice al zăcământului de substanţe minerale utile, care este funcţie de trei variabile independente. Graficele identice cu cele reprezentate în fig. 211, care caracterizează calitativ zăcământul, se numesc grafice calitative.

Metoda isoliniilor este aplicabilă la reprezentarea diferitelor obiective. De exemplu, distribuirea lucrărilor şi a cheltuielilor în legătură cu exploatarea zăcământului, procesele de scufundare a suprafeţei deasupra spaţiului exploatat, etc., pot fi reprezentate grafic cu ajutorul isoliniilor.

Prof. P. K. Sobolevski, elaborând metodologia geometrizării zăcămintelor, a atras atenţia asupra a încă unui fapt important şi anume că, cu funcţiile cu forma $y=f(x)$, $z=f(x,y)$ şi $p=f(x,y,z)$ se poate face orice operaţie matematică, fără a li se schimba proprietăţile fundamentale (finalitate, egalitate, continuitate şi regularitate). Rezultă că, după ce s'a făcut oricare operaţie matematică asupra funcţiilor, acestea pot fi reprezentate din nou grafic, sub formă de curbe sau suprafeţe topografice. Cu alte cuvinte, executând operaţii matematice cu suprafeţe topografice, se vor obţine, ca rezultat, tot suprafeţe topografice.

Concomitent, P. K. Sobolevski a elaborat şi metodologia operaţiilor matematice asupra suprafeţelor topografice.

Practic, operaţiile matematice (adunare, scădere, înmulţire, etc.) se efectuează prin diferite metode. Dacă prin suprapunerea a două suprafeţe topografice se obţine un număr suficient de puncte de intersecţie a curbelor de nivel iniţiale, care sunt mai mult sau mai puţin uniform distribuite pe suprafaţă, atunci punctele de intersecţie se consideră ca fiind suficiente şi se transpun pe o coală curată. Cotele suprafeţelor iniţiale în punctele de intersecţie indicate se adună, se scad, se înmulţesc, sau se efectuează cu ele alte operaţii şi în urma acestor operaţii se obţin cotele necesare trasării suprafeţei rezultante. Comoditatea acestei metode constă în faptul, că drept date iniţiale se consideră cotele (valorile numerice ale indicilor) multiple ale curbelor de nivel adoptate şi se obţin, deasemenea, multiplii lor, sau, în orice caz, valorile rotunjite ale cotelor rezultante, pe care trasarea curbelor de nivel nu este îngreunată de necesitatea interpolării complicate între puncte cu cote fracţionare.

Dacă se obţin puţine puncte de intersecţie, operaţiile necesare se efectuează cu datele iniţiale, în puncte uniform distribuite pe suprafaţă (de exemplu după o reţea a paletei). După rezultatele obţinute se trasează suprafaţa căutată. Deseori se aplică şi metoda profilelor, unde, după fiecare linie trasată, se obţine profilul rezultant şi, în concordanţă cu secţiunea adoptată a curbelor de nivel, se găsesc cotele în trepte, după care se trasează suprafaţa căutată.

La înmulţirea suprafeţei prin metoda profilării, se recomandă uneori să se înlocuiască operaţia înmulţirii directe a cotelor, cu adunarea logaritmilor acestor cote, construind grafice speciale — nomograme logaritmice. Cu toate că adunarea este mai comodă decât înmulţirea, însă la folosirea extinsă a riglei de calcul (datele şi precizia cerută a rezultatelor permit folosirea ei), înmulţirea directă a cotelor este o operaţie simplă şi nu va reduce productivitatea muncii. Aplicarea nomogramelor logaritmice necesită atâta atenţie şi timp, încât avantajul operaţiei adunării faţă de înmulţire, se pierde.

Valoarea practică şi aplicarea operaţiilor matematice la suprafeţele topografice se va lămuri mai bine prin câteva exemple care se dau în capitolul de faţă.

§ 2. INDICII LINIARI

Din cele expuse rezultă că orice indice care caracterizează structura zăcământului sau compoziţia substanţei utile, poate fi reprezentat sub forma uneia sau mai multor suprafeţe topografice. Aceste suprafeţe topografice determinate sunt ascunse observatorului. Imaginea lor se creează după un număr limitat de puncte de explorare (ridicare).

Indicii calitativi se caracterizează prin suprafeţe topografice convenţionale, care sunt tot suprafeţe „ascunse", invizibile. Analiza suprafeţelor topografice ascunse este arătată prin lucrările indicate mai sus ale prof. P. K. Sobolevski, P. A. Râjov şi alţi elevi ai lui Sobolevski, iar în ultimii ani, prin lucrările lui D. A. Cazacovski (19) şi N. G. Kell (22).

Analiza suprafeţelor topografice este indicată, a se face în primul rând după o anumită direcţie în legătură cu zăcământul, de exemplu după direcţia lucrărilor miniere de explorare sau exploatare, sau dealungul punctelor de explorare.

Să se străpungă zăcământul printr'o serie de linii paralele cu o direcţie oaracare. Minereul poate fi omogen sau neomogen. In primul caz, corpul minerului are limitele bine definite şi lucrările miniere care îl străpung (drepte) sunt în limitele zăcământului, reprezentate prin nişte segmente, cu punctele de intrare şi ieşire din zăcământ, clar delimitate.

In acest caz ,mărimea determinantă a unor indici sau altora va fi lungimea segmentelor indicate sau grosimea *(m)* zăcământului, după direcţia dată. Grosimea zăcământului caracterizează volumul lui, independent de compoziţia şi proprietăţile minereului. Pentru determinarea celorlalţi indici, se va imagina că fiecare lucrare mi-

Scanned with CamScanner

nieră, care străpunge zăcământul (dreaptă de străpungere), este de formă prismatică cu secţiunea de circa 1 m².

La calculul volumului, se poate considera că, după direcţia dată, avem volumul $v = m$ m³. La compoziţia omogenă a minereului, rezerva sa liniară va fi $q = m R_m$ şi rezerva liniară a componentului util $p = mRc_m$ sau $p = mc'_m$ unde R_m este greutatea volumetrică a minereului (greutatea unui metru cub de minereu). c sau c' este conţinutul componentului util, corespunzător într'o tonă sau într'un metru cub de minereu. Conţinutul componentului se poate exprima în procente sau în măsuri de greutate. In acest mod, mărimile v sau m, p, q sunt indici liniari.

In cazul minereului neomogen, în locul expresiilor scrise mai sus, pentru indicatori liniari:

$$\left.\begin{aligned} v &= m \text{ m}^3 \\ q &= mR_m \\ p &= mRc_m = mc'_m \end{aligned}\right\} \tag{5.4}$$

vom avea

$$\left.\begin{aligned} v &= m \text{ m}^3 \\ q &= \int_0^m R\,dm \\ p &= \int_0^m (Rc)\,dm = \int_0^m c'\,dm \end{aligned}\right\} \tag{5.5}$$

1. CARACTERISTICA DE INTERVAL A INDICILOR LINIARI

Pentru determinarea indicelui într'un mediu neomogen, se vor măsura valorile separate ale indicelui, într'o serie de puncte după distanţe determinate (adeseori după condiţiile de eşantionare egale), numite intervale i.

Numerele care exprimă indicele în formă generală se vor nota cu ε, iar indicele liniar prin λ.

La minereu omogen vom avea

$$\lambda = m\varepsilon, \tag{5.6}$$

unde $\varepsilon = 1$, pentru $\lambda = v$, sau $\varepsilon = R$ pentru $\lambda = q$ sau, în fine, $\varepsilon = Rc$ pentru $\lambda = p$.

Pe fig. 212 este trasată curba *xdlrst* de variaţie a indicelui după direcţia m (a lucrării miniere). Se împarte în intervale egale i, prin punctele *1, 2, 3, 4 ... k*, unde, în punctul *1*, $\varepsilon = 0$. Curba intersectează, undeva, în punctul x dreapta (axa) m. In punctele *1, 2, 3 ... k* sunt mă-

Scanned with CamScanner

surate valorile indicelui ε_1, $\varepsilon_2 \ldots \varepsilon_k$. Punctul de intersecţie al curbei cu axa este determinat. In multe cazuri, este greu de determinat exact acest punct, din cauza lipsei contactului precis al zăcământului, cu rocele înconjurătoare.

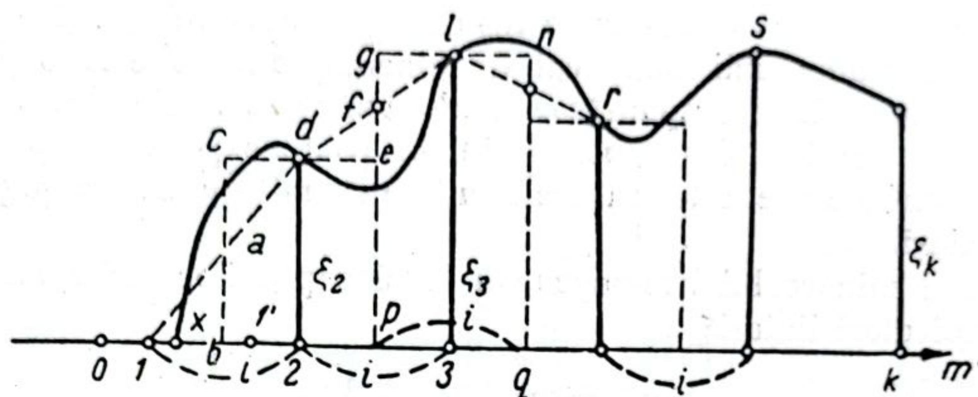


Fig. 212

Luând $\sum \varepsilon$ ai tuturor valorilor indicilor măsuraţi şi înmulţindu-i cu intervalul *i*, se obţine expresia pentru indicele liniar λ, pentru poziţia dată a punctelor de explorare *1, 2, 3 . . . k:*

$$\lambda = i \sum \varepsilon \qquad (5.7)$$

Aceasta exprimă destul de precis şi definit mărimea lui λ. λ se mai poate reprezenta şi sub formă unei sume a suprafeţelor dreptunghiulare $i\varepsilon_2 + i\varepsilon_3 + i\varepsilon_4 \ldots$, etc. construite după valorile corespunzătoare ale indicelui. De exemplul produsul $i\varepsilon_3$ este reprezentat în fig. 212 prin dreptunghiul *pgnq*. Suma suprafeţelor dreptunghiurilor indicate este identică cu suprafaţa cuprinsă între axă şi linia frântă *1 dlr . . .*, care uneşte capetele ordonatelor ε_1, ε_2, $\varepsilon_3 \ldots$

Aceasta rezultă din egalitatea triunghiurilor dreptunghiulare *1ab* şi *acd, def* şi *fgl . . .* etc. întrucât $\overline{1b} = \overline{b2}$, $\overline{de} = \overline{gl}, \ldots$ De aici rezultă că valoarea lui λ, obţinută din formula (5.7), este identică cu suprafaţa reprezentată prin poligonul a cărui înălţimi sunt capetele ordonatelor măsurate ε, unde intră şi $\varepsilon_1 = 0$.

Poligonul arătat va înlocui curba indicelui, cu condiţia aplicării formulei (5.7). Se poate presupune, că pe toată lungimea indicelui, care poate avea o formă concavă sau convexă, formula (5.7) va da erori cu un singur semn (+) sau (—).

Din fig. 213 rezultă că, în cazul arcului de cerc, se poate imagina o asemenea situaţie a împărţirii în intervale, în cadrul căreia, poligonul construit după formula (5.7) separă o suprafaţă mai mică sau mai mare, decât suprafaţa limitată de arcul cercului şi coarda *m*. Astfel, poligonul $1\,\varepsilon_2\,\varepsilon_3\,\varepsilon_4\,5$, corespunzând împărţirii *1, 2, 3, 4, 5,* dă o suprafaţă mai mică decât suprafaţa arcului de cerc cu aceleaşi puncte,

iar poligonul $0\,\varepsilon_1'\varepsilon_2'\varepsilon_3'\varepsilon_4'5'$ dă o suprafață mai mare decât segmentul limitat de arcul de cerc și axa *m*. Mărirea suprafeței se produce aici pe seama suprafețelor limitrofe 0_1, 1ε și $5\,\varepsilon_4'\,5'$.

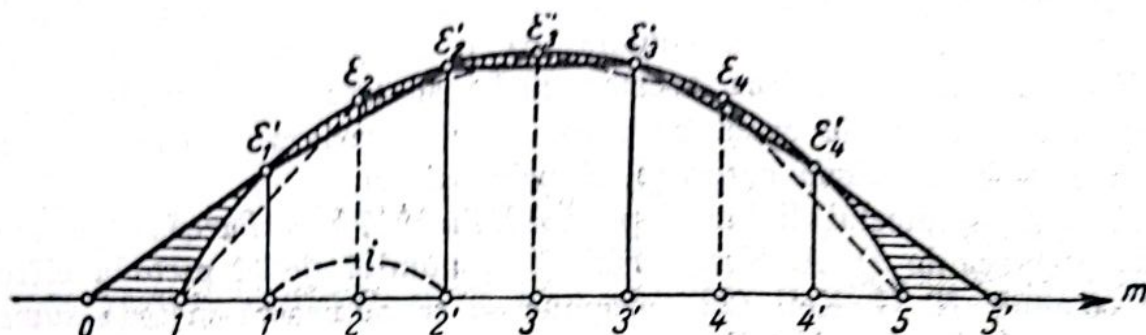


Fig. 213

Dacă se deplasează împărțirea pe intervalele *i* după axa *m*, cu mărimea de $\Delta_1 i = \delta i = \frac{i}{p}$, se va obține o nouă sumă $\sum \varepsilon_1$, pentru valorile măsurate ale indicelui. La o deplasare ulterioară a împărțirii (diviziunii) cu mărimea δi sau în total cu $\Delta_2 i = 2\delta i$, se va obține o nouă valoare pentru suma $\sum \varepsilon_2$ și așa mai departe, până la $\sum \varepsilon_p$, care corespunde cu $\Delta_p i = p\delta i = i$.

Se așează pe ordonate, în limitele unui interval *i* (fig. 214), toate sumele dela $\sum \varepsilon_0$ la $\sum \varepsilon_p$ și, unind capetele ordonatelor, se obține o curbă continuă. Pentru *p*, destul de mare, sau pentru deplasările mici δi, această curbă va fi apropiată de curba reală a sumelor $\sum \varepsilon$. In fig. 214 este reprezentată o astfel de curbă, sub formă *oabn*. Dintre toate sumele dela $\sum \varepsilon_0$ până la suma egală cu $\sum \varepsilon_p$ există o anumită sumă $\sum \varepsilon^u$, care este egală cu valoarea reală a indicelui liniar λ, împărțit la intervalul *i*.

$$\sum \varepsilon_u = \frac{\lambda_{real}}{i}. \tag{5.8}$$

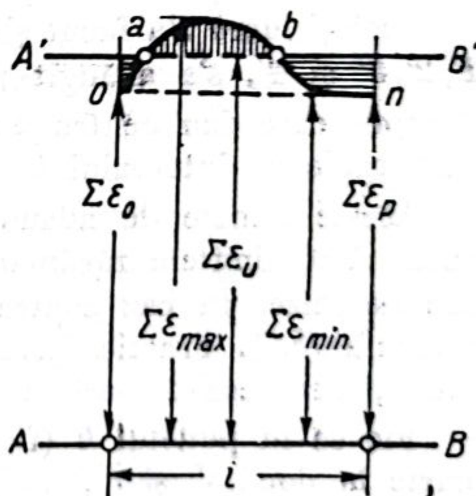


Fig. 214

In fig. 214 se duce, la distanța $\sum \varepsilon_u$ dreapta *A'B'* paralelă cu *AB*. Această dreaptă va intersecta curba sumelor în două puncte *a* și *b*, întrucât $\sum \varepsilon_0 = \sum \varepsilon_p$. Este aproape sigur că dreapta *A'B'* va trece la mijlocul valorilor $\sum \varepsilon_{max}$ și $\sum \varepsilon_{min}$. In general trebue considerat că $\sum \varepsilon_u$ există în realitate și chiar la intervale considerabile ale lui *i*, dar la o împărțire adecvată, se poate obține pentru λ o valoare, apropiată de cea reală ,calculând cu formula (5.7).

Scanned with CamScanner

In numărul p de poziții ale împărțirii, două sau chiar mai multe poziții dau $\sum\varepsilon$, apropiate de $\sum\varepsilon_u$, care, fiind înmulțită cu i, dau λ, apropiat de λ_{real}.

La construcția curbelor continui, pentru orice poziție a înpărțirii, se vor admite erorile individuale, ca o consecință a interpretării individuale, la construirea acestor curbe și este puțin probabil, ca această eroare să fie egală cu zero. Erorile variază neregulat și nu după o curbă continuă oarecare, ci prin salturi.

Calculul indicelui liniar după formula (5.7) se bazează pe metoda propusă de D. A. Kazacovski (19), numită de el metoda cifrelor comune. N. G. Kell (22) propune să se numească metoda sumei de intervale a proprietăților.

Prin metoda indicată, după cum rezultă din cele expuse, indicele liniar se determină în limitele punctelor nule extreme ale împărțirii, după formula (5.7). Deaceea, la construirea curbei sumelor pe fig. 214, trebuia ca la fiecare deplasare a împărțirii cu mărimea δi, să se adauge la extreme, dacă aceasta era necesar, puncte cu valori nule ale indicatorului (proprietățile). Astfel, după cum rezultă din fig. 212, la deplasarea spre dreapta a întregului sistem cu segmentul *1 — 1'*, punctul *1* a venit în poziția *1'*, unde ε are deja o valoare oarecare, diferită de zero. Deaceea, a fost necesar să se adauge punctul *0* spre stânga, situat la distanța i de punctul *1'*, pentru a îndeplini condițiile, în aplicarea metodei.

Acelaşi lucru s'a făcut şi în cazul fig. 213, unde, pentru împărțirea *1', 2', 3'* și *4'*, s'a adăugit punctul *0* spre stânga și punctul *5'* spre dreapta, care dau pentru ε valori zero. In acest caz *1' — 0* și *4' — 5'*, sunt egale cu intervalul i.

Aceste puncte de adaus trebue luate în considerație teoretic, în cazul când limitele zăcământului (curbei indicelui) sunt clar vizibile sau deschise. In caz contrar, se va schimba sensul calculului, după formula (5.7). Practic, în acest caz nu se măsoară ε în punctele de adaus, deoarece în aceste puncte nu există zăcământ.

Fie ca în punctul k (fig. 212) pe axa m, indicele liniar λ se împarte în două λ' și λ'', astfel că valoarea extremă a proprietății este egală cu ε_k. Valoarea ε_k se va introduce în suma ε cu jumătate valoare, dacă se vor calcula separat părțile λ' și λ'', după formula (5.7), aceasta pentru a păstra valoarea întregului indice λ.

Astfel:

$$\lambda' = i\left(\sum{}'\varepsilon - 0{,}5\varepsilon_k\right), \tag{5.9}$$

unde $\sum'\varepsilon$ este suma valorilor indicilor împreună cu valoarea extremă a părții date.

Scanned with CamScanner

Dacă în ambele părţi există punctele extreme indicatoare ale împărţirii ε_k şi $\varepsilon_{k'}$, formula care dă pe λ în limitele acestor puncte indicatoare extreme va fi:

$$\lambda' = l\left[\sum \varepsilon - 0{,}5\,(\varepsilon_k + \varepsilon_{k'})\right]. \qquad (5.10)$$

In expresia (5.10), ca şi în expresia (5.9), în suma $\sum \varepsilon$ intră toate valorile, inclusiv cele extreme.

Formula (5.10) se aplică, în cazul când indicele (proprietatea) — de exemplu conţinutul componentului util —, capătă valoarea determinată pentru k şi $\varepsilon_{k'}$, dela însăşi extremitatea zăcământului.

2. EROAREA METODEI CIFRELOR COMUNE (METODA SUMEI INTERVALELOR)[1]

Eroarea comună la determinarea indicilor se compune din erori tehnice (erorile de măsurare) şi erori de analogie. Aprecierea lor se face separat. In capitolul de faţă se vor trata numai erorile de analogie.

Eroarea λ, calculată cu formula (5.7) este o eroare de analogie. Originea acesteia se datoreşte faptului că valorile indicelui se calculează, aproape totdeauna, după un număr limitat de date de explorare. La aceasta se adaugă şi faptul, că datele indicate se referă la caracteristica ascunsă a suprafeţei invizibile, care prezintă indicele cercetat.

In fig. 215, curba plină, îngroşată, exprimă variaţia reală a indicelui în intervalul curbei *1—8*. Suprafaţa curbei date este haşurată cu linii pline şi este însemnată în figură cu *S*.

In punctele *1, 2, 3 . . . 8* ale distanţei date, la intervale egale, sunt determinate valorile indicelui, înscrise lângă fiecare punct, la numitor.

După ordonatele egale cu valorile nemerice ale indicelui se construeşte linia frântă (în fig. 215 reprezentată prin linii întrerupte), care reprezintă curba variaţiilor indicelui, pentru împărţirea dată a punctelor de ridicare. Suprafaţa acestei curbe este haşurată în întregime cu linii întrerupte şi este însemnată cu *S'*. In acest caz $S' \neq S$.

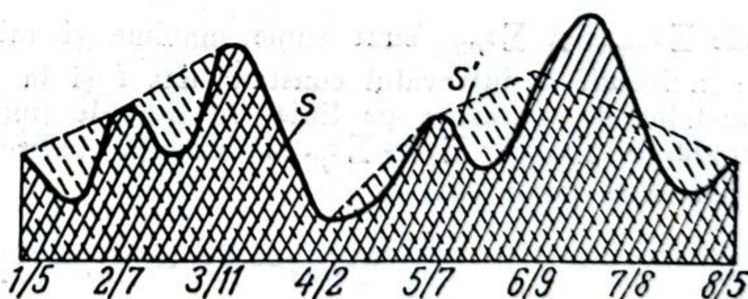


Fig. 215

Diferenţa $S' - S$ arată eroarea de analogie la determinarea valorii indicelui şi exprimă mărimea ei pentru împărţirea dată. Raportul acestei diferenţe faţă de S va exprima mărimea erorii analoage relative. Se deosebesc erorile analoage reale şi de limită.

---

[1] Din cauza studierii insuficiente, problemele de apreciere a exactităţii calculului rezervelor şi a valorilor medii ale indicilor zăcămintelor se expun sub formă generală (Nota Redacţiei).

Scanned with CamScanner

Prin eroare reală de analogie ,se înțelege diferența relativă între valorile calculate ale indicelui și valoarea lui reală, în cazul plasării arbitrare, pe o linie, a punctelor de ridicare.

Prin eroare limită de analogie se înțelege diferența relativă maximă între valoarea reală și cea calculată Prin urmare, eroarea reală de analogie este limitată de eroarea limită, adică nu poate fi mai mare decât cea din urmă, la o poziție oarecare a împărțirii punctelor de măsurare, pe linie. Eroarea limită de analogie se poate obține din măsurarea pe curbe neregulate, sau din modele de formă neregulată. Trebue să fie executate un număr mare de măsurări, pentru a elabora o regularitate determinată, exprimată sub formă de tabele.

Pentru curbele care pot fi exprimate analitic, de exemplu pentru elipsă, eroarea limită de analogie poate fi calculată.

Astfel, eroarea de analogie pentru indicele liniar λ, calculat cu formula (5.7), se poate exprima sub forma

$$\lambda-\lambda_{real}=i(\Sigma\varepsilon-\Sigma\varepsilon_u). \tag{5.11}$$

Eroarea reală de analogie relativă a indicelui liniar se va exprima cu formula

$$M(\lambda)_p=\frac{\lambda-\lambda_{real}}{i\Sigma\varepsilon}=1-\frac{\Sigma\varepsilon_u}{\Sigma\varepsilon}. \tag{5.12}$$

Eroarea limită de analogie se va exprima:

$$\left.\begin{aligned} &M(\lambda)_{limită}=\frac{\Sigma\varepsilon_{max}}{\Sigma\varepsilon_u}-1 \\ \text{sau}\quad &M(\lambda)_{limită}=\frac{\Sigma\varepsilon_{min}}{\Sigma\varepsilon_u}-1 \end{aligned}\right\} \tag{5.13}$$

unde $\Sigma\varepsilon_{max}$ și $\Sigma\varepsilon_{min}$ sunt sume maxime și minime ale valorilor măsurate ale indicelui, la intervalul constant dat i și la poziția variabilă a împărțirii punctelor de măsurare pe linie, în limitele punctelor zero. In fig. 214 întâmplător $\Sigma\varepsilon_{min}=\Sigma\varepsilon_0=\Sigma\varepsilon_p$. La variația indicelui după o curbă neregulată ondulată se poate lua:

$$\Sigma\varepsilon_{max}-\Sigma\varepsilon_u=\Sigma\varepsilon_u-\Sigma\varepsilon_{min}, \tag{5.14}$$

de unde:

$$M(\lambda)_{limită}=\frac{\Sigma\varepsilon_{max}-\Sigma\varepsilon_{min}}{2\Sigma\varepsilon_u}, \tag{5.15}$$

Odată cu micșorarea intervalului i, se micșorează și eroarea limită relativă $M(\lambda)_{limită}$, care tinde spre zero, atunci când intervalul i tinde la zero.

Eroarea reală $M(\lambda)$ nu depășește limitele $M(\lambda)_{limită}$, luând în acest interval diferite valori, printre care și valoarea egală cu zero.

Nu există o lege definită a scăderii erorilor reale. Se poate însă întâmpla, de exemplu, că reducând intervalul i de două ori, eroarea reală

pentru poziția concretă a împărțirii în intervale poate fi mai mare decât erorile, la intervalul inițial neredus. Aici, se poate vorbi numai de o reducere probabilă a erorii reale de analogie, la reducerea intervalalui.

Dacă se reprezintă o eroare limită de analogie, sub forma unei curbe, care se apropie asimptotic de linia zero, pe măsura reducerii intervalului dela i la zero, eroarea reală de analogie va varia în interiorul suprafeței, între curba erorii limită și linia zero, însă forma ei, la împărțirea stabilă și reducerea treptată a intervalului, va fi în zig-zag.

Aceasta prezintă o confirmare suplimentară a faptului, că aprecierea exactității calculului, după formula (5.7), trebue să se bazeze numai pe eroarea limită de analogie.

Cum arată cercetările executate de către D. A. Kazacovski (19) asupra modelelor corpurilor de forme neregulate erorile de analogie depind de variația grosimii, distanța dintre punctele de măsurare a ei și poziția rețelei punctelor de măsurat. Eroarea numerică poate să atingă 20%, sau chiar mai mult.

Pentru ilustrarea calculului erorilor de analogie, pentru curbele care pot fi exprimate analitic, se dă exemplul de calcul pentru semielipsă, luat din lucrarea menționată mai sus (22) a lui N. G. Kell. Fie curba reală de variații ale indicelui pe direcția axei x de formă semieliptică, a cărei axă principală a coincide cu direcția x:

Se împarte diametrul elipsei în intervalele $i=\frac{1}{20}\cdot 2a=\frac{a}{10}$ și apoi se deplasează treptat împărțirea cu un pas oarecare $\delta i=\frac{i}{20}=0{,}01a$, plecând dela poziția inițială, la care punctul din mijloc al împărțirii coincide cu centrul elipsei, sau cu originea coordonatelor pentru ecuația generală a elipsei:

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1. \tag{5.16}$$

Se ia $x=\Delta m+\Delta i=k_x a$ și $y=s=k_y b$ după, care, cu ajutorul valorilor date lui k_x se determină k_y.

Inlocuind în expresia (5.16) valorile x și y, se obține:

$$\frac{k_x^2 a^2}{a^2}+\frac{k_y^2 b^2}{b^2}=1 \text{ sau } k_x^2+k_y^2=1$$

de unde

$$k_y=\sqrt{1-k_x^2} \text{ și } s=b\sqrt{1-k_x^2}. \tag{5.17}$$

Folosind ultima expresie și tabela patratelor, se calculează ușor ordonatele pentru s în subdiviziuni ale semiaxei b a elipsei. Aici, Δm este distanța punctului dat al împărțirii dela centrul exprimat în subdiviziunile semiaxei a, iar Δi este deplasarea împărțirii egală cu 0, δ_i, $2\delta_i, \ldots, 10\delta_i$, exprimată deasemenea prin subdiviziunile semiaxei a.

Rezultatele calculului ordonatelor s, după formula (5.17), sunt date în tabela 11. Aici. k_x este luat din 0,01 a, dela -1 la $+1$.

Tabela 11

Valorile numerice pentru ε, exprimate prin subdiviziunile semiaxei b

Nr. punctelor împărțirii	Δi → / Δm ↓	+0,00	+0,01	+0,02	+0,03	+0,04	+0,05	Δi → / Δm ↓	Nr. punctelor împărțirii
	Σε	15,522	15,661	15,712	15,742	15,756	15,764	Σε	
–	–	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	+1,0	21
1	–1,0	0,000	0,141	0,199	0,243	0,280	0,312	+0,9	20
2	–0,9	0,436	0,456	0,475	0,493	0,510	0,527	+0,8	19
3	–0,8	0,600	0,613	0,626	0,638	0,650	0,661	+0,7	18
4	–0,7	0,714	0,724	0,733	0,742	0,751	0,760	+0,6	17
5	–0,6	0,800	0,807	0,815	0,822	0,828	0,835	+0,5	16
6	–0,5	0,866	0,872	0,877	0,883	0,888	0,893	+0,4	15
7	–0,4	0,916	0,921	0,925	0,929	0,933	0,937	+0,3	14
8	–0,3	0,954	0,957	0,960	0,903	0,966	0,969	+0,2	13
9	–0,2	0,980	0,982	0,984	0,985	0,987	0,989	+0,1	12
10	–0,1	0,995	0,996	0,997	0,998	0,998	0,999	+0,0	11
11	–0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	–0,1	10
12	+0,1	0,995	0,994	0,993	0,992	0,990	0,989	–0,2	9
13	+0,2	0,980	0,978	0,976	0,973	0,971	0,969	–0,3	8
14	+0,3	0,954	0,951	0,947	0,944	0,940	0,937	–0,4	7
15	+0,4	0,916	0,912	0,908	0,903	0,898	0,893	–0,5	6
16	+0,5	0,866	0,860	0,854	0,848	0,842	0,835	–0,6	5
17	+0,6	0,800	0,792	0,785	0,777	0,768	0,760	–0,7	4
18	+0,7	0,714	0,704	0,694	0,683	0,673	0,661	–0,8	3
19	+0,8	0,600	0,586	0,572	0,558	0,543	0,527	–0,9	2
20	+0,9	0,436	0,415	0,392	0,368	0,341	0,312	–1,0	1
21	+1,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	–	–
Nr. punctelor împărțirii		15,522	15,661	15,712	15,742	15,756	15,764		Nr. punctelor împărțirii
		+0,10	+0,09	+0,08	+0,07	+0,06	+0,05		

λ_{real} al unei semielipse$=0,5\,\pi\,ab=1,571\,ab$ (5.18) $\Sigma\varepsilon_u=\frac{\lambda_{real}}{l}=\frac{\lambda_{real}}{0,1\,a}=15,708\,b.$

In baza acestora se calculează diferențele $\Sigma\varepsilon-\Sigma\varepsilon_u$ și se determină $M\,(\lambda)_r$ cu formula (5.12), prin expresie relativă în procente, la deplasările împărțirii cu 0, δ_l, $2\,\delta_l,\ldots,10\,\delta_l$.

Rezultatele sunt date în tabela 12.

Scanned with CamScanner

Tabela 12

Valorile numerice reale ale erorilor relative $M(\lambda)_r$, exprimate în % (elipsa)

Δi	0,00	+0,01	+0,02	+0,03	+0,04	+0,05	+0,06	+6,07	+0,08	+0,09	+0,10
$\Sigma\varepsilon$	15,52	15,661	15,712	15,742	15,756	15,764	15,756	15,742	15,712	15,661	15,52
$\Sigma\varepsilon - \Sigma\varepsilon_n dx$	−0,186	−0,047	+0,004	+0,034	+0,048	+0,056	+0,048	+0,034	+0,004	−0,047	−0,186
$M(\lambda)_r$, %	−1,18	−0,30	+0,025	+0,21	+0,30	+0,35	+0,30	+0,21	+0,025	−0,30	−1,18

Tabela 13

Valorile numerice reale ale erorilor relative $M(\lambda)_r$, exprimate în % pentru $i=0,2$ $a=0,1$ m

Δi	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20
$\Sigma\varepsilon$	−7,592	7,790	7,851	7,899	7,922	7,930	7,922	7,899	7,857	7,790	7,592
$\Sigma\varepsilon - \Sigma\varepsilon_u$	−0,262	−0,064	+0,003	+0,045	+0,068	+0,076	+0,068	+0,045	+0,003	−0,064	−0,262
$M(\lambda')_r$, %	−3,34	−0,81	+0,04	+0,57	+0,86	+0,96	+0,86	+0,57	+0,04	−0,81	−3,34

Scanned with CamScanner

Fig. 216 reprezintă grafic variaţia $M(\lambda)_r$ în procente, după tabela 12. Dreapta $0-0$ corespunde cu $\sum \varepsilon_u$.

Erorile $M(\lambda)_r$ egale cu zero corespund punctelor S' şi t, care corespund deplasării împărţirii din poziţia ei iniţială cu $0,18\ i$ şi $0,82\ i$ sau, ceeace este identic, cu $0,018a$ şi $0,082a$.

Pe baza tabelei 11 se poate compune o tabelă pentru ε. în subdiviziunile semiaxei b, cu alt număr de intervale, de exemplu, de două ori mai mic. La asemenea împărţiri, $\sum \varepsilon_u$ în subdiviziunile semiaxei b va fi $\frac{1,5708}{0,2a} = 7,854$, corespunzător exprimării eroilor $M(\lambda)_{rea}$ la deplasarea împărţirii cu $0, \delta_i, 2\delta_i, \ldots, 10\delta_i$ rezultatele fiind reprezentate în tabela 13.

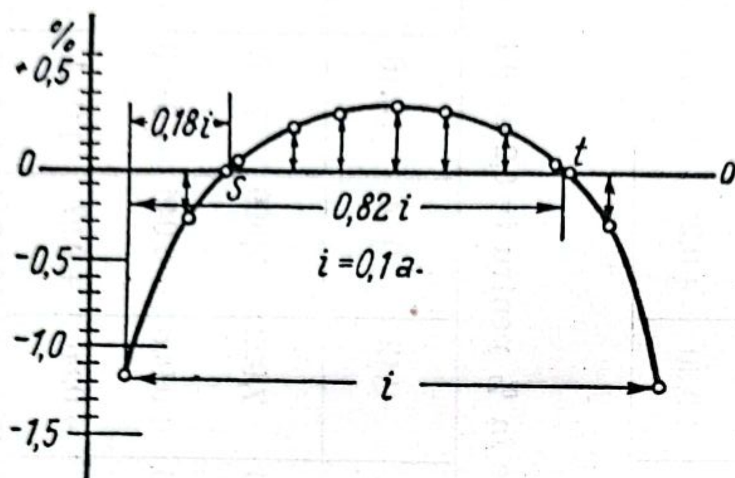


Fig. 216

Tabelele 12 şi 13 dau, în acelaşi timp, mărimile erorilor limită pentru cazurile, arătate de împărţiri, ale punctelor de explorare.

Din cele expuse rezultă. că valorile erorilor relative pentru semielipsă nu depind de forma ei, ci numai de numărul punctelor de împărţire. Această regulă este valabilă şi pentru semicerc.

3. CARACTERISTICA VARIAŢIEI INDICILOR ZĂCĂMÂNTULUI

La explorarea zăcămintelor de substanţe minerale utile şi la calculul rezervelor apare, totdeauna, variaţia indicilor. Cu cât indicii zăcământului sunt mai variabili, cu atât determinarea valorii lor trebue făcută în mai multe puncte. In caz contrar, studiul zăcământului poate fi insuficient, ceeace poate produce complicaţii în timpul priectării şi al exploatării, sau poate constitui cauza unor erori mari, atât la calculul rezervelor, cât şi la determinarea caracteristicelor medii ale zăcământului.

Totuşi, nu orice variaţie complică, în acelaşi grad, condiţiile de explorare şi de exploatare. De exemplu, dacă grosimea zăcământului nu rămâne constantă, ci variază liniar, chiar la un număr mic de puncte de explorare se poate determina, destul de complect, forma zăcământului, iar calculul rezervelor şi grosimea medie se pot obţine cu precizie mare.

Astfel, la geometrizarea şi la calculul rezervelor zăcămintelor substanţelor minerale utile, variaţia indicilor trebue considerată ca un factor care complică, într'o măsură oarecare, studiul calitativ şi can-

Scanned with CamScanner

titativ al zăcămintelor. Dacă variaţia este simplă sau regulată, ea nu creează greutăţi mari, însă la creşterea sau la reducerea neregulată a indicilor, studiul zăcământului devine anevoios.

Este important să se caracterizeze numeric variaţia indicilor. In statistica matematică şi pentru caracterizarea variaţiei absolute a indicelui, se folosesc erori medii patratice:

UNIVERSITATEA DE IAŞI LABORATORUL DE MINERALOGIE şi PETROGRAFIE

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n}}, \tag{5.19}$$

în care: σ este eroarea medie patratică;

$\sum\Delta^2$ — suma pătratelor erorilor indicelui, măsurate faţă de media sa aritmetică;

n — numărul determinărilor (observaţiilor).

Variaţia relativă a indicelui se caracterizează prin coeficientul de variaţie:

$$\nu = \pm\frac{\sigma}{\varepsilon_{mediu}}, \tag{5.20}$$

în care: ν este coeficientul de variaţie;

σ — eroarea medie patratică;

ε_{mediu} — valoarea medie a indicelui.

D. A. Kazacovski (19) a propus să se folosească, pentru caracterizarea variaţiei absolute a indicelui, valoarea medie μ_a a diferenţelor la a doua măsurare, ale valorilor indicelui:

$$\mu_a = \frac{\Sigma\Delta''\varepsilon}{k}, \tag{5.21}$$

unde $\sum\Delta''\varepsilon$ este suma a doua a diferenţelor valorilor măsurate ale indicelui;

k — numărul diferenţelor din a doua observaţie.

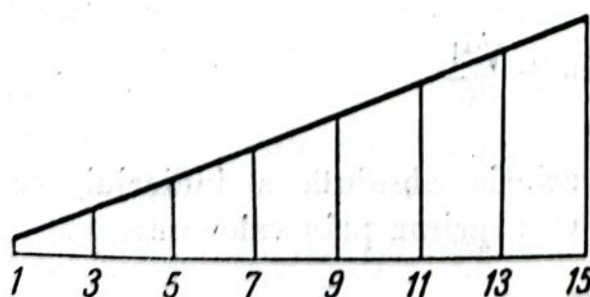


Fig. 217

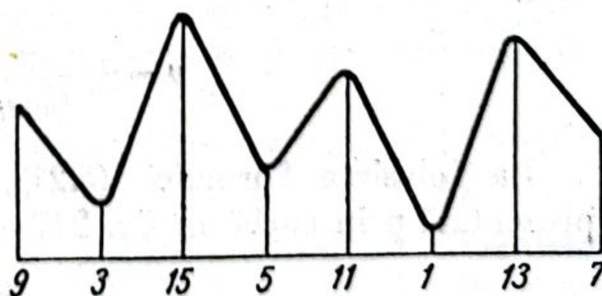


Fig. 218

Se va arăta superioritatea caracteristicei de variaţie a indicelui, prin valoarea medie a diferenţei a doua, faţa de caracteristica prin eroarea medie patratică.

Scanned with CamScanner

Fie o serie *1, 3 .... 15* de valori măsurate ale indicelui, de exemplu grosimile după o direcţie oarecare (fig. 217). După cum rezultă din figură, în cazul dat, indicele variază uniform liniar. In limitele distanţei date, valoarea indicelui şi a variaţiei lui se caracterizează, pe deplin, prin valorile indicelui în punctele extreme. La o altă poziţie a aceleiaşi valori măsurate a indicelui, reprezentat în fig. 218, variaţia lui este reprezentată printr'o curbă complexă, pentru determinarea căreia, în limitele distanţei date, se cere un număr mare de măsurări ale indicelui.

Caracteristica numerică a variaţiei indicelui prin eroarea medie patratică, pentru cazurile reprezentate în fig. 217 şi 218, va fi aceeaşi, cu toate că, între ele, există o diferenţiere bruscă (tabela 14).

Tabela 14

Calculul erorii medie patratice a indicelui pentru exemplele din fig. 217

Valorile măsurate ale lui ε a indicelui	1	3	5	7	9	11	13	15	$\varepsilon_{mediu} = 8$
Deviaţia dela media aritmetică Δ	7	5	3	1	1	3	5	7	$\sigma = \pm\sqrt{\frac{168}{8}} =$
Eroarea medie patratică Δ^2	49	25	9	1	1	9	25	49	$= \pm\sqrt{21}$

Variaţia relativă a indicelui se va exprima, în ambele cazuri, prin valoarea:

$$\nu = \pm\frac{\sigma}{\varepsilon_{mediu}} = \pm\frac{\sqrt{21}}{8}.$$

La folosirea formulei (5.21), variaţia absolută a indicelui, reprezentată prin curbă în fig. 217 ,se va exprima prin valoarea:

$$\mu_a = \frac{\Sigma\,\Delta''_\varepsilon}{k} = 0,$$

deoarece în acest caz, a doua diferenţă este egală cu zero. Variaţia indicelui, care este reprezentată prin curba din fig. 218, după aceeaşi formulă, se va determina astfel (tabela 15).

Tabela 15

Calculul variației în a doua diferență pentru exemplul din fig. 218

Nr. de ordine	Valoarea indicelui	Diferența întâi	Diferența a doua	Observații
1	9	+ 6		
2	3	—12	18	
3	15	+10	22	
4	5	— 6	16	$\mu_a = \frac{\Sigma\Delta''\varepsilon}{k} =$
5	11	+10	16	$= \frac{112}{6} \simeq 18,66$
6	1	—12	22	
7	13	+ 6	18	
8	7			
	$\Sigma\varepsilon = 64$		$\Sigma\Delta''\varepsilon = 112$	

Variația relativă μ a indicelui se va exprima prin raportul mărimii μ_a la valoarea medie a indicelui ε_{mediu} și anume:

$$\mu = \frac{\mu_a}{\varepsilon_{mediu}}. \tag{5.22}$$

In exemplul arătat mai sus $\mu = \frac{18,66}{8} = 2,33$.

Numărul μ se poate numi indicele de variație. El caracterizează gradul variației, care oglindește exactitatea obținerii indicelui liniar.

Astfel, acest număr exprimă mai precis variația indicelui la supunerea celui din urmă la situații locale și, din această cauză, metoda arătată ,de evaluare numerică a variației, are prioritate vizibilă, față de evaluarea ei prin eroarea mediei patratice σ și prin coeficientul de variație v.

Prioritatea indicată rezultă din esența variației în a doua diferență, care caracterizează forma curbei proprietăților zăcământului.

Trebue să se țină seamă, că diferența a doua începe să caracterizeze curba proprietăților dela o limită determinată a subdivizării ei.

Dacă ondulațiile curbei de variație a indicelui se cuprind în limitele unui interval, sau într'o porțiune a intervalului, atunci o parte însemnată a diferențelor din a doua măsurare poate să se anihileze și, din această cauză, se poate obține o imagine injustă a variației curbei.

Scanned with CamScanner

Desimea împărțirii trebue dusă până la limita, la care punctele vecine de explorare cad pe porțiunea undei. Numai din acest moment, mărimea intervalului începe să exprime distanța medie dintre maximile și minimele undei curbei proprietăților, sau ale amplitudinilor, și diferența a doua determină variația.

La studiul profilului suprafeței topografice ascunse, după o direcție de explorare oarecare, drept criteriu pentru atingerea valorii limite a intervalului i, sau a unei desimi suficiente a punctelor de explorare, servește lipsa schimbării semnului la primele diferențe, care se referă la valorile indicelui, pentru punctele suplimentare plasate, între punctele de explorare existente.

4. CARACTERISTICA NUMERICA A STADIULUI DE CUNOAȘTERE A INDICILOR

Stadiul de cunoaștere a substanțelor minerale utile se compune din caracteristicele indicilor separați. Acestea, la diferite etape ale studierii, se cercetează dealungul lucrărilor miniere, sau al rețelelor de explorare.

După totalitatea caracteristicelor liniare ale indicelui se creează caracteristica generală a întregului zăcământ. Pentru aprecierea gradului de studiere al indicelui este important să existe un criteriu obiectiv. Pentru categoriile superioare de rezerve, pot servi ca criteriu valorile erorii de limită relative, după care se determină indicii separați ai zăcământului. Aici este vorba de eroarea limită de analogie. Pentru aprecierea gradului de studiere al rezervelor de categorie inferioară, criteriul arătat nu este aplicabil, deoarece pentru acestea, valoarea erorii de analogie se determină greu. Mărimea erorii de analogie, la determinarea indicelui, depinde de gradul său de variație și de intensitatea relativă a punctelor, în care se determină indicele.

Caracteristica numerică de variație a indicelui, cu ajutorul diferenței a doua, este posibilă dela o limită de subdiviziune a punctelor de explorare ale curbei proprietăților. Rezultă că, din acest moment, este posibilă și determinarea numerică a erorii limită de analogie, folosind, în acest scop, mărimile μ.

Dacă totalul influenței ambelor condiții asupra valorii erorii de analogie, va fi exprimat printr'un număr oarecare, însemnat cu t, această expresie se va prezenta, în general, sub forma următoare:

$$t=\frac{\mu}{n} \tag{5.23}$$

în care μ este variația relativă a indicelui;
n — numărul punctelor, unde s'a determinat indicele.

Deoarece t este mic, D. A. Kazacovski a propus ca să fie exprimat în „promile" (în miimi), adică:

$$t = \frac{1\,000\,\mu}{n}. \tag{5.24}$$

Cu cât t este mai mic, cu atât gradul de studiere al indicelui este mai mare şi cu atât eroarea de analogie la determinarea sa este mai mică. Astfel, mărimea inversă lui t este direct dependentă de gradul de studiere al oricărui indice al zăcământului şi, deaceea, poate fi acceptată drept caracteristică numerică a acestui grad de studiere. Insemnând această mărime cu R, se obţine următoarea expresie:

$$R = \frac{n}{1\,000\,\mu}. \tag{5.25}$$

Inlocuind şi ultimele valori numerice care intră în μ, expresia (5.25) se va prezenta definitiv sub forma următoare:

$$R = \frac{n \cdot k \cdot \varepsilon_{mediu}}{1000\, \Sigma\, [g \cdot \Delta''\varepsilon]} \tag{5.26}$$

în care: n este numărul de puncte, în care s'a făcut determinarea indicelui;

k — numărul diferenţei a două dintre valorile măsurate ale indicelui;

ε_{mediu} — valoarea medie a indicelui;

$\Sigma\,[g\Delta''\varepsilon]$ — suma valorilor numerice ale diferenţelor din a doua măsurare dintre valorile măsurate ale indicelui, înmulţite cu coeficientul greutăţilor lor. Coeficientul de greutate este egal cu 0,7 pentru liniile diagonale şi cu 1, pentru liniile direcţionale şi transversale ale reţelei pătrate.

Trebue să se ţină seamă de faptul, că exactitatea determinării lui R se asigură pentru $n > 20$.

Practic, este important să se compare valoarea obţinută pentru R din explorări, cu eroarea de analogie limită, $M(K)_{limită}$, la determinarea oricărui indice al zăcământului. Pentru aceasta trebue să se cunoască caracterul de dependenţă dintre ele. Cea din urmă se poate scrie sub forma

$$M(K)_{limită} = f(R). \tag{5.27}$$

Expresia analitică a acestei funcţii este necunoscută. Ca primă apropiere de forma dependenţei, arătate într'un interval oarecare, D. A.

Kuzacovski (19) a prezentat, sub forma unei tabele, rezultatele experimentării executate asupra modelelor de corpuri cu forme neregulate. Concluziile obținute au găsit confirmarea în industrie, la o serie de zăcăminte. Tabela indicată și reprezentarea grafică a expresiei sunt date în fig. 219. Din fig. 219 rezultă, că pentru valori mici, date lui R, eroarea limită de analogie $M(K)_{limită}$ își schimbă repede valoarea și invers, pentru valorile $R > 0{,}3$, variația $M(K)_{limită}$ este foarte lentă.

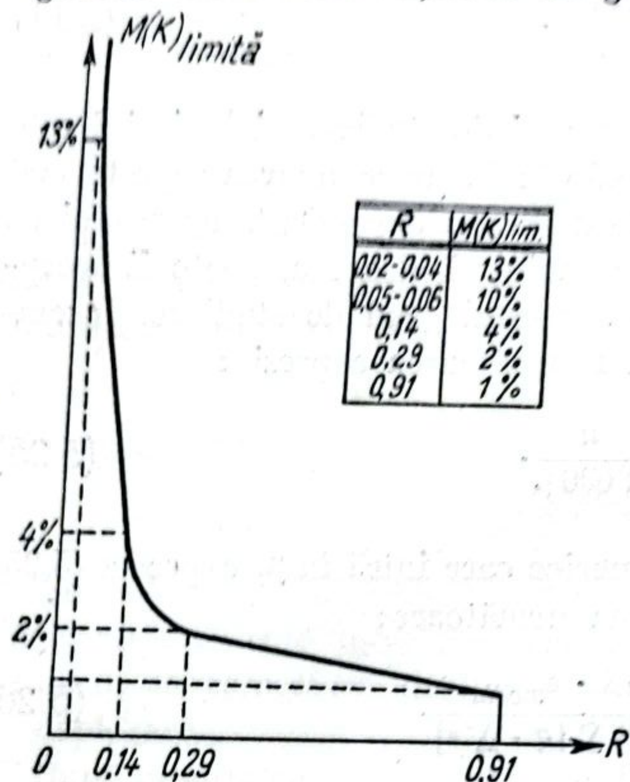


Fig. 219

Această împrejurare prezintă o mare importanță, deoarece arată că, începând dela o anumită mărime determinată a lui R, nu are sens să se mai mărească numărul de puncte pentru determinarea indicelui, deoarece mărirea volumului de lucru nu se justifică prin îmbunătățirea rezultatului obținut.

In tabela 16 sunt date rezultatele calculului erorilor de analogie la determinarea grosimii medii a stratelor de cărbune, măsurate cu ajutorul ridicărilor topografice miniere.

Tabela 16

Rezultatele obținute la calculul erorilor de analogie, la grosimea medie a stratului, după datele măsurătorilor topografice miniere

Locul măsurătorilor	Grosimea medie utilă	Distanța dintre punctele de măsurare a grosimii		Numărul măsurătorilor	Valoarea μ		Valoarea R	Eroarea de analogie $M(K)$ delimită, în %
		după înclinare	după direcție		pe înclinare	pe direcție		
Mina Nr. 8, stratul IV, frontul 8, orizontul de nord Nr. 3	1,52	5	5	126	0,056	0,063	2,36	1
	1,54	10	10	38	0,078	0,095	0,46	2
Mina Nr. 8, stratul I frontul 9 de sud, orizontul Nr. 3 .	1,23	5	5	79	0,121	0,159	0,58	1–2
	1,21	10	10	23	0,255	0,138	0,11	6

Din tabela 16 rezultă că, la eroarea admisibilă de analogie, în determinarea grosimii medii a stratului, cu măsurarea porţiunilor de 2%, pe stratul IV măsurătorile trebue făcute din 10 în 10 m, în timp ce la stratul 1, măsurătorile trebue făcute din 5 în 5 m.

5. APLICAREA STATISTICII MATEMATICE IN CERCETAREA PROPRIETĂŢILOR ZĂCĂMÂNTULUI

Posibilitatea aplicării concluziilor statisticei matematice şi a teoriei probabilităţii la cercetarea proprietăţilor zăcământului se bazează pe faptul, că se admit ca valorile separate la determinarea prin tatonări a proprietăţilor să se poată raporta la valori statistice, valori întâmplătoare.

La rezolvarea problemelor în minerit şi în explorările geologice, presupunerea indicată nu poate fi acceptată fără rezerve.

De cele mai multe ori, proprietăţile zăcământului sunt supuse, în distribuirea lor, specificului local al zăcământului, din care cauză, spre deosebire de valorile statistice şi întâmplătoare, proprietăţile separate depind de poziţia (coordonatelor) punctelor, în care aceste proprietăţi sunt determinate (19).

Distribuirea şi succesiunea lor, fie în lungul unora sau altora dentre direcţii, fie la suprafaţă, neexercitând nicio influenţă asupra mărimii dispersiei sau deviaţiei medii patratice, influenţează în schimb, în mod esenţial, asupra erorii reale de determinare a valorii medii a proprietăţilor, sau a indicelui liniar al zăcământului.

Concluziile statisticei matematice sunt folosite la aprecierea valorii medii, obţinute dintr'o serie de măsurători, sau pentru stabilirea valorii numerice de legătură dintre indicii zăcământului, independent de distribuirea şi continuitatea valorilor lor separate.

Pentru aprecierea valorii medii a indicelui zăcământului, obţinut dintr'o serie de măsurători ale acestuia, în diverse puncte şi care este supus specificului local, concluziile indicate nu sunt aplicabile. Deobicei, concluziile statisticei matematice sunt folosite la aprecierea erorii de analogie, la determinarea valorii medii a indicelui şi la fixarea numărului de puncte de explorare, necesare obţinerii rezultatului, cu precizia dată.

Pentru exprimarea erorilor de analogie medie se foloseşte formula cunoscută din statistica matematică asupra devierilor valorii indicelui, calculat după totalitatea datelor obţinute prin tatonări

$$m_a = t\sqrt{\frac{\sigma^2}{n}}\,k. \tag{5.28}$$

Coeficientul de probabilitate t se obţine din formula (integrală) lui Laplace-Liapunov, care exprimă probabilitatea B:

$$B = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-t}^{+t} e^{-\frac{t^2}{2}}\,dt. \tag{5.29}$$

Pentru

$$t=1 \qquad B=0{,}683,$$
$$t=2 \qquad B=0{,}954,$$
$$t=3 \qquad B=0{,}997.$$

Astfel, coeficientul t se alege în funcţie de probabilitatea B pretinsă, care trebue să asigure, că valoarea calculată m_a nu va depăşi deviaţiile posibile ale valorilor măsurate ale indicelui, dela valoarea lui aritmetică medie.

Eroarea medie patratică σ se calculează cu formula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum p \cdot \delta\varepsilon^2}{\sum p}. \tag{5.30}$$

Cea din urmă este expresia generală pentru valoarea greutăţii medii. Pentru greutatea p se ia mărimea intervalului sau a suprafeţei aferente punctului dat, în care s'au făcut măsurările indicelui. Drept valoarea p poate fi luat deasemenea numărul de măsurări ale indicelui, din care s'a dedus valoarea dată ε_i''. Aici, $\delta\varepsilon$ este deviaţia ε dela valoarea medie aritmetică ε_{med}. Numărul n în expresia (5.28) este numărul de măsurări.

Coeficientul k se calculează, în statistica matematică, din expresia:

$$k = \frac{S-n}{S-1}, \tag{5.31}$$

în care S este volumul totalului general;
n — volumul totalului obţinut prin tatonări.

La stabilirea lui k pentru zăcământ, formula (5.31) este înlocuită prin expresia cu aceeaşi valabilitate:

$$k = \frac{F-nf}{F-f}, \tag{5.32}$$

în care F este suprafaţa sectorului zăcământului;
f — suprafaţa în limita căreia indicele cercetat poate fi luat ca valoare constantă. La determinarea indicelui liniar, f se exprimă prin intervalul elementar, în limitele căruia proprietăţile cercetate se iau drept constante.

Luând $t = 1$, expresia (5.28) se poate transforma în:

$$m_a = \pm\sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \cdot \frac{F-nf}{F-f}}. \tag{5.33}$$

Pentru $n = \frac{F}{f}$, adică la măsurarea indicelui cercetat într'un număr destul de mare de puncte, k devine egal cu zero. In aceste condiţii, şi m_a, calculat cu formula (5.33), este egal cu zero.

In general, f este atât de mic faţă de F, încât k este, practic, egal cu 1.

Fie, de exemplu, suprafaţa zăcământului $F = 0{,}1\ km^2$, explorat cu n sonde ($n = 20$). Admiţând că găsirea fără erori a valorilor medii ale indicilor cercetaţi (de exemplu m_{med}, R_{med} şi c_{med}) este posibilă la distanţa dintre sonde de 10 m, vom avea $f = 100\ m^2$.

Inlocuind valorile din formula (5.33) se obţine:

$$m_a = \pm\sqrt{\frac{\sigma^2}{n} \cdot \frac{100\,000-2\,000}{99\,900}} = 0{,}99\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \approx \frac{\sigma}{\sqrt{n}}.$$

adică

$$m_a = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \tag{5.34}$$

Eroarea $M\varepsilon_{mediu}$ a valorii medii a indicelui, exprimată în procente față de cel din urmă, pentru condițiile (5.34) se scrie în forma:

$$M(\varepsilon_{mediu}) = \frac{m_a \cdot 100}{\varepsilon_{mediu}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot \frac{100}{\varepsilon_{mediu}} = \frac{v}{\sqrt{n}} \qquad (5.35)$$

unde v este coeficientul de variație.

Deobicei, sunt date valorile bine determinate ale erorii relative $M\varepsilon_{med}$ și se obține numărul punctelor de explorare necesare din expresia:

$$n = \frac{v^2}{M(\varepsilon_{mediu})^2}. \qquad (5.36)$$

Nepotrivirea bruscă, observată des între n calculat cu formula (5.36) și numărul optim de unități de explorare, confirmă că formulele de tipul (5.28), (5.33) și (5.36) pot fi folosite pentru aprecierea erorilor întâmplătoare dar nu pot fi aplicate la cercetarea indicilor zăcămintelor, care variază regulat. Deaceea, când variația indicelui cercetat al zăcământului este subordonată specificului local, cercetarea variației indicelui și studierea lui trebue să se bazeze pe aprecierea diferențelor a două, dintre valorile lui măsurate. In cazul când indicele zăcământului, de exemplu conținutul componentului util, variază neregulat, în mod întâmplător, se pot folosi formulele pentru erorile întâmplătoare.

La folosirea coeficientului de variație v, trebue să se țină seamă că mărimea sa trebue să fie bine determinată.

In statistica matematică se arată că evaluarea preciziei de calcul a lui v sau a numărului suficient de măsurări n se obține din comparația lui v cu eroarea sa m_v, calculată cu formula:

$$m_v = \frac{v\sqrt{0{,}5 + (0{,}01v)^2}}{\sqrt{n}}. \qquad (5.37)$$

La aceasta, v va trebui să fie mai mare decât $3m$.

In toate cazurile urmează ca acțiunile, în ce privește aprecierea rezultatelor de studiere a zăcământului, să fie legate de situația geologică.

S'a menționat că concluziile statisticei matematice pot fi larg folosite la stabilirea legăturilor dintre indicii zăcământului. Din practica explorărilor geologice și a celor miniere sunt cunoscute cazuri de stabilire a legăturilor de corelație dintre indicii substanței minerale utile și folosirea lor cu succes la calculul rezervelor și la evaluarea zăcământului. De exemplu, este cunoscută legătura intimă dintre P_v și Z_n într'o serie de zăcăminte de minereuri complexe, legătura dintre conținutul în fier și în bioxid de siliciu la unele zăcăminte de minereuri de fier, etc.

Ca exemplu de corelație bine exprimată între indicii substanței minerale utile, poate servi relația greutății volumetrice a cărbunilor și a șisturilor combustibile, cum și conținutul în cenușă din ele. Din mai multe cercetări s'a stabilit, că greutatea volumetrică a cărbunilor și a șisturilor combustibile se mărește cu 0,007—0,009, la creșterea conținutului în cenușe cu 1%.

Această împrejurare permite să se corecteze greutățile volumetrice ale cărbunilor și ale șușturilor combustibile, prin metoda calculului analitic, după conținutul mediu în cenușă, în momentul dat și permite să se execute aceasta, după necesitate, fără să se recurgă la operații greoaie de determinare a greutății volumetrice, prin luarea probelor mari.

Scanned with CamScanner

Legătura de corelaţie liniară dintre doi indici, de exemplu dintre indici x şi y, se obţine din ecuaţia regresivă, cunoscută în statistica matematică (31);

$$\overline{y}_x-\overline{y}=\rho_y(x-\overline{x}), \tag{5.38}$$

în care $\overline{y}_x$ este valoarea particulară medie pentru y, care corespunde unei anumite valori a lui x;

$\overline{x}, \overline{y}$ — valori medii comune lui x, y;

ρ_y — coeficientul regresiei ,determinat din expresia:

$$\rho_y=r\frac{\sigma_y}{\sigma_x}. \tag{5.39}$$

Aici, σ_x, σ_y — sunt deviaţiile medii pătrate ale lui x, y, dela valorile lor aritmetice medii:

r — coeficientul de corelaţie, care exprimă gradul de legătură dintre y şi x şi care se calculează cu formula:

$$r=\frac{C_{xy}}{\sigma_x\sigma_y}. \tag{5.40}$$

Aici, la rândul său, mărimea

$$C_{xy}=\frac{\Sigma n_{xy}(x-\overline{x})(y-\overline{y})}{n} \tag{5.41}$$

este egală cu suma produselor devierilor dela mediile lui x şi y [valorile $(x-\overline{x})$ şi $(y-\overline{y})$] pe frecvenţa corespunzătoare a măsurărilor, împărţită la numărul total de observaţii. Expresia C_{xy} poartă denumirea de covariaţie.

Din cele expuse rezultă că, în caracteristica legăturilor dintre indicele de corelaţie al zăcământului, coeficientul de corelaţie r are o valoare importantă. Valoarea lui este cuprinsă între (—1) şi (+1). Când $r=+1$ sau -1, valorile de corelaţie x şi y au o variaţie liniară.

Pentru $r=0$, legătura liniară dintre x şi y nu există, cu toate că legătura pe o linie curbă între ele poate să existe. Rezultă că, cu cât r se apropie de unitate, cu atât legătura de coleraţie liniară, dintre indicii de coleraţie este mai exactă. Această legătură scade la valorile lui r apropiate de zero.

La o valoare numerică insuficientă a coeficientului de corelaţie, se naşte întrebarea asupra realităţii existenţei legăturii de corelaţie dintre indicii cercetaţi. In acest caz, ca şi la aprecierea coeficientului de variaţie în statistica matematică, problema se rezolvă prin comparaţia valorii numerice a lui r cu eroarea mediei pătratice σ_r, care se determină din expresia:

$$\sigma_r=\frac{1-r^2}{\sqrt{n}}. \tag{5.42}$$

La aceasta se ia:

$$\frac{|r|}{\sigma_r}\geqslant 3. \tag{5.43}$$

In cazul legăturii curbilinii dintre doi indici, ca gradient al acestei legături serveşte raportul de corelaţie η. El are diferite valori pentru corelaţia dintre y şi x, cum şi pentru legătura dintre x şi y. In primul caz. este notat cu η_y şi se calculează din expresia:

$$\eta_y = \frac{\sigma(\overline{y}_x)}{\sigma_y}, \qquad (5.44)$$

în care σ_y are semnificaţia obişnuită, iar $\sigma(\overline{y}_x)$ este egală cu rădăcina pătrată din dispersia valorilor particulare medii ale lui $\overline{y}_x$, în jurul valorii comune medii date lui $\overline{y}$ din valorile $\overline{y}_x$. Deasemenea, dispersia valorilor particulare medii $\overline{y}_x$ se calculează din egalitatea:

$$\sigma^2(\overline{y}_x) = \frac{1}{n}\sum n_x \overline{y}_x{}^2 - \overline{y}^2. \qquad (5.45)$$

Raportul de corelaţie este. totdeauna,

$$0 \leqslant \eta \leqslant 1 \text{ şi } \eta \geqslant |r|;$$

pentru $\eta_y = |r|$, regresia y pentru x este precis liniară. Dacă lipseşte legătura dintre y şi x, $\eta_y = 0$. Valoarea $\eta_y = 1$ indică legătura unică dintre y şi x.

Dacă se caracterizează corelaţia dintre x şi y, raportul de corelaţie se înseamnă η_x şi se determină din expresia:

$$\eta_x = \frac{\sigma(\overline{x}_y)}{\sigma_x}. \qquad (5.46)$$

Pentru un n mare, raportul de corelaţie, de exemplu η_y se apreciază cu valori aproximative ale erorii lui medii pătrate σ_{η_y}:

$$\sigma_{\eta_y} = \frac{1-\eta_y^2}{\sqrt{n}}. \qquad (5.47)$$

Aici, ca şi la aprecierea lui r, se ia:

$$\frac{\eta_y}{\sigma_{\eta_y}} \geqslant 3. \qquad (5.48)$$

Pentru ilustrarea celor spuse, se va arăta caracteristica corelalţiei de legătură dintre greutatea volumetrică (R) a şistului combustibil şi a conţinutului în cenuşă (A), la unele dintre minele din bazinul de şisturi combustibile din Estonia.

Datele iniţiale sunt arătate în tabela de corelaţie (tabela 17).

Tabela 17

Tabel de corelație al raportului greutății volumetrice al șistului combustibil față de conținutul lui în cenușă

A, %	R	1,22 1,26	1,26 1,30	1,30 1,34	1,34 1,38	1,38 1,42	1,42 1,46	1,46 1,50	1,50 1,54	1,54 1,58	158 162		
	mediu	1,24	1,28	1,32	1,36	1,40	1,44	1,48	1,52	1,56	1,60	η_k	R
44—48	46	4	2		1							7	1,27
48—52	50		2			1						3	1,32
52—56	54	1		3		1						5	1,32
56—60	58	1	2	2	1	1	1					8	1,33
60—64	62					1		2				3	1,45
64—68	66				1		2		1	1		5	1,46
68—72	70			1			1		1	1		4	1,46
72—76	74				1						1	2	1,48
76—80	78						1		1			2	1,48
	η_A	6	6	6	4	4	5	2	3	2	1	39	
	A	49,3	51,3	58,0	61,0	56,0	67,6	62,0	71,3	68,0	74,0		

Rezultatele calculului dau următoarea caracteristică pentru indici și pentru corelația lor de legătură[1].

$$R_{mediu}=1,372 \text{ și } \sigma_k=\pm 0,1101; \quad A_{mediu}=59,13\% \text{ și } \sigma_A=\pm 8,18;$$
$$r=0,6688, \quad \sigma_r= \ 0,0885 \text{ și } 3\sigma_r=0,2655;$$
$$\eta_k=0,7175, \ \sigma_{\eta_k} = \ 0,0777 \text{ și } 3\sigma_{\eta_k}=0,2331.$$

Diferența $\eta_k-r=0,0487$.

---

[1] Mai intimă este legătura dintre greutatea specifică a cărbunelui și conținutul cenușei lui (16). (Adnotarea Redacției).

Scanned with CamScanner

Din cele expuse rezultă că r şi η_k sunt obţinute destul de precis, iar valoarea mică a diferenţei $\eta_k - r$ arată, că legătura liniară dintre greutatea volumetrică (R) şi conţinutul în cenuşă (A) este destul de strânsă. fiind exprimată prin ecuaţia regresiei R faţă de A:

$$R = 1{,}372 + 0{,}009\,(A - A_{mediu}). \tag{5.49}$$

La fel se pot caracteriza raporturi şi legături şi pentru alţi indici ai zăcământului. numai dacă ei nu depind de coordonate şi de succesiunea punctelor, în care s'au determinat aceşti indici. şi au o bază reală în existenţa lor, rezultată din fondul situaţiei geologice.

Trebue să se menţioneze aici aplicarea folositoare a secantei logaritmice normale a distribuţiei. la cercetarea unora sau altora dintre indicii zăcămintelor de substanţe minerale utile.

Aceasta este arătat convingător într'o serie de lucrări ale lui N. K. Razumovski (30). Astfel, la cercetarea zăcămintelor aurifere aluvionale el a descoperit că de secanta de distribuire logaritmică normală depind: a) desimea sau numărul granulelor de aur luate dintr'un pârâu şi clasate după dimensiuni; b) greutatea fracţiilor; c) valorile probelor luate de pe suprafaţa auriferă ,cu o metodă oarecare uniformă; d) rezervele pe verticală ale zăcământului aurifer, obţinute la explorare prin puţuri de explorare.

Conţinutul în metal (cupru, plumb. zinc. etc.) din zăcămintele de bază este distribuit, la prima aproximaţie, tot după secanta logaritmică normală.

Aceasta din urmă după părerea mai multor cercetători, se extinde şi la alte procese şi fenomene geologice. Secanta logaritmică normală de distribuţie se foloseşte mult şi la analiza proceselor de îmbogăţire a substanţelor minerale utile.

Distribuţia fracţiunilor mărimilor întâlnite, care caracterizează indicele cercetat, urmează secanta logaritmică normală în cazul când logaritmii mărimilor cercetate sunt distribuiţi după ecuaţia cunoscută a lui Gauss:

$$y = \frac{1}{\gamma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(z-m)^2}{2\gamma^2}}, \tag{5.49'}$$

în care y exprimă densitatea probabilităţilor (frecvenţa) de apariţie a logaritmului (z) ale valorii căutate.

La studierea distribuirii valorilor şi a gradului de apariţie al lor. este admisibilă înlocuirea unor valori cu altele. care sunt legate funcţional de primele.

Din cauza acestei înlocuiri. forma funcţiei va varia şi va permite, în caz de necesitate, trecerea dela distribuţia asimetrică, întâlnită des în natură, la cea simetrică.

Prin transformarea funcţională arătată se evidenţiază o serie de funcţiuni de distribuţie. care oglindesc, sub forme diferite. unul şi acelaşi proces natural. Intre ele va fi inclusă şi funcţia arătată a lui Gauss (5.49). Se menţionează următoarele particularităţi observate. care aparţin secantei logaritmice normale (30):

1. dacă clasele mărimilor unora sau altora dintre indici, care dau o distribuţie asimetrică, sunt crescute neuniform în progresie geometrică. atunci distribuţia logaritmilor acestor mărimi va fi subordonată funcţiei lui Gauss;

Scanned with CamScanner

2. dacă unii dintre indicii unuia sau altuia dintre obiecte sunt distribuiţi pe secanta logaritmică normală, atunci şi ceilalţi indici ai lui au o distribuţie, care urmează aceeaşi regulă;

3 într'un obiect fizic are loc o suprapunere a tuturor proprietăţilor lor medii: de exemplu, o granulă de aur cu diametrul mediu este. în acelaşi timp. o granulă cu suprafaţă medie, cu volum mediu şi cu greutate medie.

6. UNIFORMIZAREA CURBELOR EMPIRICE

Analiza indicilor liniari se încheie cu tratarea problemei uniformizării (îndreptării) curbelor empirice.

Curbele proprietăţilor (indicilor) zăcământului, care sunt construite după valori măsurate în punctele situate după o direcţie oarecare, se numesc curbe empirice. Ele au, deseori, o conturare foarte complicată, care îngreunează redarea clară a caracteristicei variaţiei indicelui, mai ales când acesta este reprezentat pe plan prin isolinii.

Complexitatea curbelor empirice este determinată prin complexitatea distribuirii şi a variaţiei indicelui.

Tabloul devine şi mai complicat, din cauza prezenţei erorilor, care apar, inevitabil, la determinarea valorilor numerice ale indicelui, în punctele separate.

Dintre toţi indicii zăcământului, c l mai variabil este conţinutul componenţilor în minereu. Deaceea, în toate cazurile, când se studiază variaţia bruscă şi complicată a conţinutului unuia sau altuia dintre componenţi, la aşezarea liniară a punctelor de explorare, se execută aşa numita netezire liniară (îndreptarea) a curbelor empirice.

Aceasta se aplică, mai ales, la prelucrarea eşantionării de exploatare şi a eşantionării pe secţiuni a sondelor, la zăcămintele de minereuri.

Adeseori, curbele empirice, care caracterizează conţinutul componentului, au variaţii brusce, sărituri sau aşa numite vârfuri.

Dacă pentru un sector anumit, folosind curbele empirice, se dă tabloul general al variaţiilor indicelui, sub forma planului de isolinii, prezenţa vârfurilor la secţiunea aleasă va da, într'o serie de locuri, o acumulare de isolinii, din a căror cauză vor suferi claritatea şi descifrarea planului.

Trebue să se ţină seamă de faptul, că curba empirică caracterizează numai aproximativ conţinutul, chiar pentru acele puncte, în care conţinutul a fost determinat, deoarece erorile determinării indicelui, de exemplu erorile eşantionării şi ale analizelor lor chimice, ating o valoare însemnată şi se transmit în întregime pe grafic, provocând deformaţii importante. Astfel, planul isoliniilor de conţinut, construit pe baza curbelor empirice, nu asigură imaginea exactă a valorilor indicelui în puncte separate. Această imagine nu prezintă o

Scanned with CamScanner

condiţie obligatorie pentru întocmirea planului. Practic, este important să se cunoască valoarea medie a conţinutului în anumite limite. La calculul rezervelor substanţei minerale utile se face media conţinutului, iar la exploatarea minereului se produce inevitabil amestecul său, deci minereul exploatat se caracterizează tot prin media conţinutului componentului.

Prin urmare, pentru a avea grafice cât mai demonstrative, care să exprime caracterul variaţiei indicelui şi să micşoreze influenţa erorilor accidentale la determinarea lui, curbele empirice ale proprietăţilor (indicelui) trebue să fie îndreptate sau, cum se mai spune, uniformizate.

Indreptarea curbelor empirice ale conţinutului provoacă o oarecare schimbare în datele analizelor chimice. Planurile construite după curbele îndreptate sau netezite caracterizează, în fiecare punct, valoarea medie a conţinutului lui pentru un sector oarecare determinat, şi nu conţinutul punctului respectiv. Astfel, condiţiile practice provoacă necesitatea uniformizării curbelor empirice.

Inainte de a îndrepta curba empirică a conţinutului, se rezolvă problema folosirii punctelor de explorare, cu un conţinut destul de ridicat al componentului util în minereu. In unele cazuri, în practică, nu se ia în consideraţie acest conţinut, în altele însă, influenţa probelor (punctelor) cu un conţinut destul de ridicat, se împarte la jumătatea intervalului, adică se situează în condiţii egale cu probele, care dau conţinuturi tipice, pentru sectorul dat, şi în al treilea caz se introduuce un coeficient oarecare de corecţie, care este în funcţie de intensitatea apariţiei probelor de acest gen.

Trebue să se specifice, că nu există nicio bază pentru excluderea probelor cu un conţinut destul de ridicat. Pentru o eşantionare la intervale mici, aşa cum se procedează la eşantionarea de exploatare, la apariţia destul de intensă a probelor cu un conţinut destul de ridicat, excluzându-se probabilitatea sau eroarea în obţinerea rezultatelor, ţinerea unei evidenţe a acestor probe este necesară.

Distanţa Δx, pe care trebue extinsă influenţa probelor cu un conţinut destul de ridicat în interiorul intervalului, se va obţine din expresia:

$$\Delta x = 0{,}5 i \cdot a. \tag{5.50}$$

Aici

$$a = \frac{n'}{n''}, \tag{5.51}$$

unde n' este frecvenţa (desimea) apariţiei probelor cu un conţinut foarte ridicat;

n'' — frecvenţa apariţiei probelor de clasa la care aparţine proba luată, la capătul celălalt al intervalului dat.

Scanned with CamScanner

Expresia (5.50) se bazează pe faptul, că regularitatea evidenţiată a distribuţiei conţinutului, pentru un sector oarecare, se extinde la gradul de influenţă al valorilor separate ale indicelui. Aceasta se verifică în măsura în care valorile particulare sunt expresii ale situaţiei generale.

Metodele de uniformizare a curbelor se împart în metode analitice şi mecanice.

La metodele analitice de uniformizare se face uz de o formulă de îndreptare, sau de altă formulă, care stabileşte dependenţa dintre valoarea indicelui (ordonatei) într'un punct oarecare şi poziţia sa de pe direcţia de explorare. Trebue să se ţină seamă, că dependenţa funcţională, exprimată de această formulă, este aproximativă. Alegerea formulei de îndreptare determină gradul acestei aproximaţii şi stabileşte limitele ei de aplicare.

La metodele mecanice de îndreptare, se calculează valoarea medie a indicelui, pentru fiecare sector evidenţiat al curbei empirice de proprietăţi, şi această valoare medie se raportează la mijlocul acestui sector. Indicii medii, astfel obţinuţi şi reportaţi, sunt coordonatele curbei îndreptate. Aceste valori se numesc medii de glisare.

Un exemplu de metodă analitică de uniformizare este îndreptarea parabolică. Esenţa acestei metode constă în aceea, că ordonata curbei îndreptate se calculează cu formula parabolei de diverse ordine (ordinul I sau ordinul II).

Parametrii parabolei de îndreptare se calculează după metoda micilor pătrate şi se bazează pe condiţia:

$$\sum(y'-y)^2=minim, \tag{5.52}$$

unde y' este ordonata curbei de îndreptare şi
y — ordonata curbei empirice.

Pentru parabola de ordinul doi, valorile lui y' se calculează cu formula:

$$y'=a_0+a_1x+a_2x^2. \tag{5.53}$$

Aici, parametrii a_0, a_1, a_2 ... se determină din rezolvarea următoarelor ecuaţii normale:

$$\left.\begin{aligned} \sum a_0+a_1\sum x+a_2\cdot\sum x^2&=\sum y,\\ a_0\sum x+a_1\sum x^2+a_2\sum x^3&=\sum xy,\\ a_0\sum x^2+a_1\sum x^3+a_2\sum x^4&=\sum x^2y. \end{aligned}\right\} \tag{5.54}$$

Se dă ca exemplu de calcul al parametrilor parabolei de ordinul doi şi al ordonatelor y ale curbei uniformizate, prelucrarea conţinutului bioxidului de siliciu în minereu de fier, după date de eşantionare a unui abataj cameră dela mina din Crivoi Rog.

Scanned with CamScanner

In tabela 18, coloanele 1, 2 şi 6 arată datele de plecare, iar în celelalte, rezultatul calculelor. Abscisa probei iniţiale este luată egală cu zero. La o lungime mare a direcţiei eşantionării, pentru ca să nu se lucreze cu cifre mari, ca abscisă zero trebue luată abscisa probei medii. Pentru calculul ordinelor de gradul doi, trei şi patru ale abscisei, se folosesc tabele speciale.

Tabela 18

Calculul ordonatelor curbei uniformizate

Nr probelor	x	x^2	x^3	x^4	y	xy	x^2y	y'
1	2	3	4	5	6	7	8	9
116	0	0	0		6,40	0	0	7,60
117	2,5	6,25	16	39,1	8,28	20,7	52	7,33
118	6,5	42,25	275	1 785	8,40	54,6	355	7,90
119	11,5	132,25	1 521	17 490	11,46	131,8	1 516	11,19
120	17,0	289,00	4 913	83 521	12'40	210,8	3 584	14,87
121	20,5	420,25	9 938	213 675	20,72	445,5	9 578	20,38
122	26,0	676,0	17 576	456 976	28,00	724,0	18 928	27,39
$\Sigma = 7$	85,0	1 608	34 239	773 838	95,66	1 591,4	34 013	95,66

Se scriu ecuaţiile normale:

$$7\,a_0 + 85\,a_1 + 1\,608\,a_2 - 95{,}66 = 0;$$
$$85\,a_0 + 1\,608\,a_1 + 34\,240\,a_2 - 1\,591 = 0;$$
$$1\,608\,a_0 + 34\,240\,a_1 + 773\,800\,a_2 - 34\,010 = 0.$$

Rezolvându-le, se obţin valorile căutate ale parametrilor parabolei şi anume $a_0 = 7{,}60$, $a_1 = -0{,}201$, $a_2 = 0{,}0370$, după care ecuaţia parabolei de uniformizare de ordinul al doilea, pentru exemplul dat, va avea forma:

$$y' = 7{,}60 - 0{,}201\,x + 0{,}0370\,x^2.$$

Valorile calculate cu această formulă sunt înscrise în coloana *9*, a tabelei de mai sus.

Scanned with CamScanner

După cum rezultă din cele expuse, lucrările de calcul, la aplicarea corectării parabolice, sunt numeroase, iar curbele empirice nu au, totdeauna, forma parabolică de gradul al doilea.

Astfel, într'o serie de cazuri, trebue să se folosească ecuaţia parabolei de ordin superior, iar uniformizarea după parabola de ordinul al treilea cere de 1,5 şi 2 ori mai mult timp, decât uniformizarea după parabola de gradul al doilea. Deaceea, complexitatea calculelor numeroase prezintă, deseori, un obstacol la aplicarea metodei îndreptării parabolice.

Aplicarea analizei armonice la uniformizarea curbelor empirice se îngreunează, însă, prin faptul că, cele din urmă, au rareori o periodicitate bine exprimată. Este evident deci avantajul metodelor mecanice, pentru uniformizarea curbelor empirice.

Cea mai simplă metodă mecanică de uniformizare este înlocuirea ordonatelor curbei empirice prin media glisantă. Dacă, însă, valoarea ordonatelor corectate se găseşte grafic, cu ajutorul paletei reprezentate în fig. 220, atunci aceasta se numeşte metoda „ferestrei glisante", care este cea mai răspândită. Gradul uniformizării depinde de mărimea „ferestrei" (distanţa dintre ordonatele extreme ale paletei) şi a pasului deplasării paletei la îndreptare (distanţa dintre ordonatele vecine ale paletei). Mărimea „ferestrei glisante" se alege în funcţie de caracterul curbelor de netezit. Deseori, se folosesc palete cu cinci ordonate (fig. 220), cu mărimea ferestrei de 2 cm şi cu pasul de deplasare de 0,5 cm.

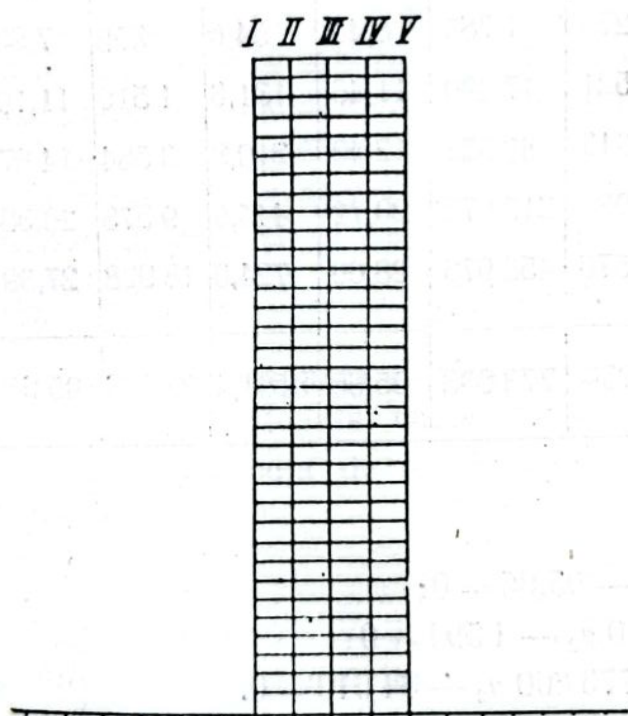


Fig. 220

Pentru uşurinţă, paletele sunt trasate cu tuş, pe hârtie cerată sau de calc. La aplicarea paletei pe curba empirică, se găsesc segmente de curbă între ordonatele paletei ,iar limitele orizontale echidistante ale paletei, aşezate la distanţa de 2 mm, uşurează determinarea ordonatelor curbei empirice.

Se va vedea în ce constă uniformizarea curbelor empirice cu ajutorul metodei „ferestrei glisante".

Fie în fig. 221 curba empirică reprezentată printr'o linie frântă *abcd*...., care trebue corectată. Fie *l* mărimea ferestrei alese. La baza (*m*) a curbei, dela punctul inițial (*a*), se iau segmente, egale cu 0,25 *l*, adică distanțele dintre ordonatele vecine ale paletei. Paleta *NMKL* (aici *NM* și *KL* sunt ordonatele extreme ale paletei) se aplică pe graficul curbei empirice astfel, încât baza ei (*MK*) să coincidă

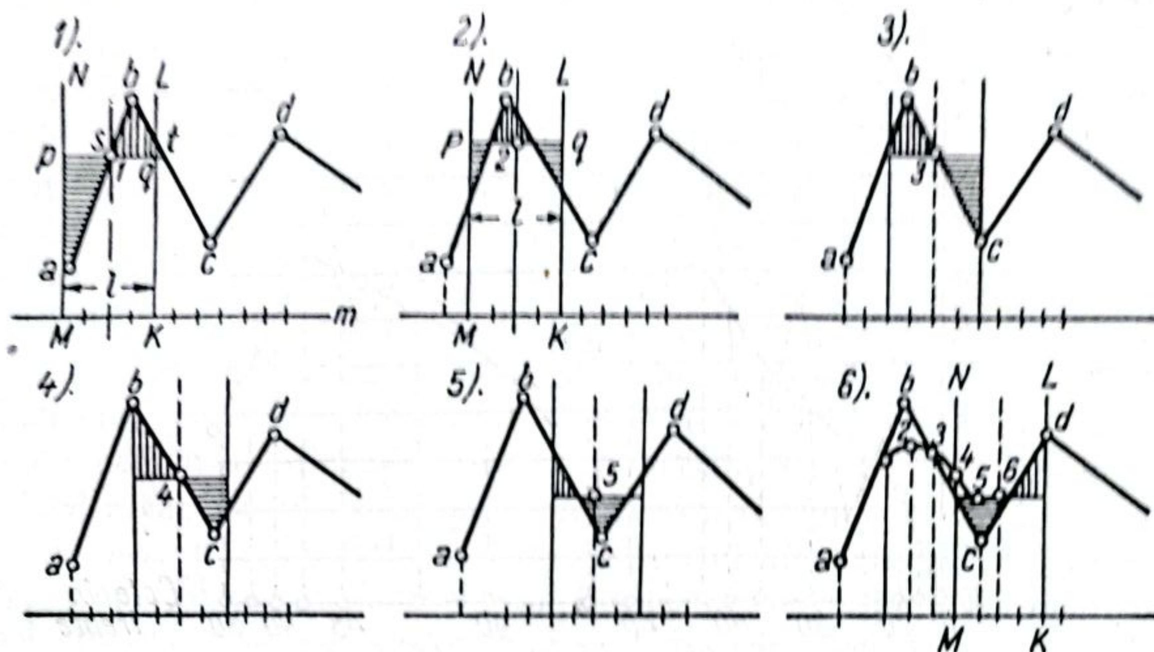


Fig. 221

cu axa *m*, iar ordonata *NM* să treacă prin punctul inițial (*a*) al curbei. Aceasta este prima poziție a paletei. Pentru această poziție, se calculează valoarea medie pentru cinci ordonate ale curbei empirice, secționate cu ordonatele paletei, și aceste valori se așează la mijlocul ferestrei. Valoarea ordonatei medii, care este ordonata curbei uniformizate, se fixează pe fig. 221, în punctul *1*. Dreapta *pq*, care trece prin punctul *1* și care este paralelă cu axa *m*, trebue să taie, în limitele paletei (ferestrei), dreptunghiul *MpqK* după suprafața sa egală cu cea a poligonului *MabtK* sau, ceeace este identic, suprafețele hașurate cu linii orizontale și verticale trebue să fie egale una cu alta. Deplasând succesiv paleta spre dreapta, cu 0,25 *l* (pozițiile *2, 3, 4, 5, 6* fig. 221), se obțin în același fel, după ordonatele curbei empirice, valorile corespunzătoare ale ordonatelor curbei uniformizate, fixate în fig. 221 prin punctele *2, 3, 4, 5, 6*.

Unind punctele raportate cu o linie curbă, se obține, în intervalul dat, curba uniformizată (este arătată prin linie îngroșată). Suprafețele empirice date de curba empirică și de curba uniformizată trebue să fie egale, ceeace stă la baza metodei de uniformizare.

După cum rezultă din figura arătată, rămân neuniformizate porțiunile extreme ale curbei empirice, a căror lungime este egală, după axa curbei, cu jumătatea ferestrei.

Rezultatul obţinut dela prima uniformizare poate fi îmbunătăţit la a doua netezire.

Pe fig. 222, curba empirică este trasată cu o linie punctată subţire, după datele de eşantionare la exploatarea unui zăcământ aurifer.

Cu linia îngroşată este reprezentată curba uniformizată, construită prin metoda arătată mai sus.

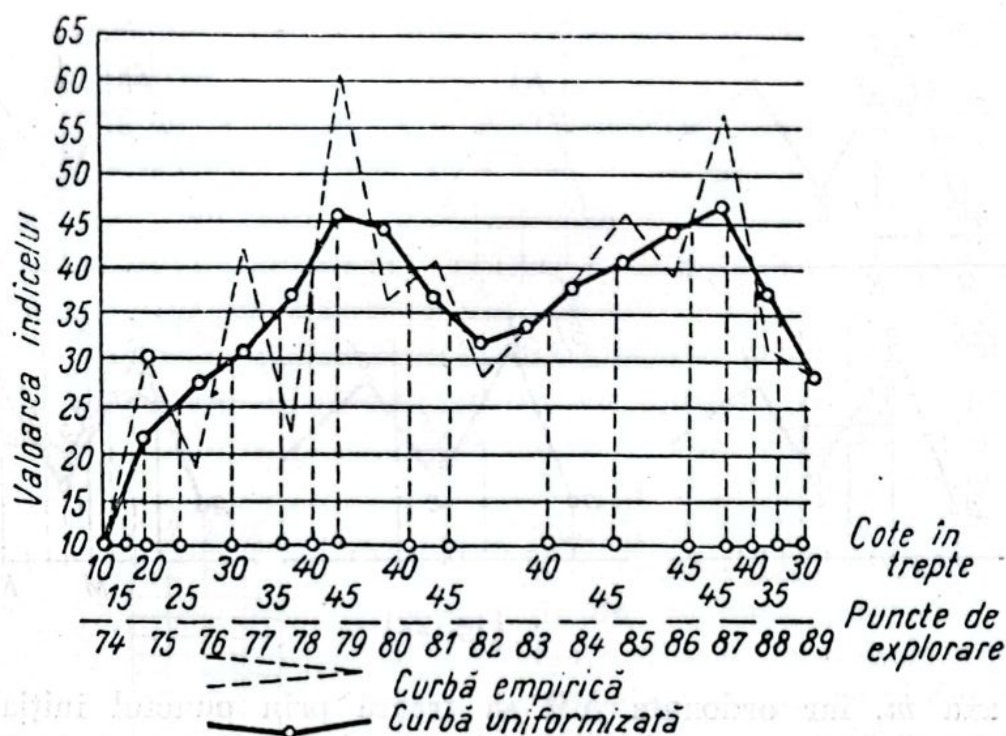


Fig. 222

Aici însă, pentru valoarea aleasă a secţiunii isoliniilor de conţinut (cinci unităţi de conţinut), pe linia eşantionării sunt proiectate punctele curbei netezite, cu valorile multiple ale secţiunii alese, punctele cu cotele în trepte, pentru a fi folosite în viitor şi anume la întocmirea planului de calitate.

Pentru orice metodă de uniformizare trebue îndeplinite două condiţii fundamentale:

a) deviaţia minimă a ordonatelor curbei uniformizate faţă de ordonatele curbei empirice şi

b) asigurarea continuităţii curbei uniformizate.

Afară de aceasta, uniformizarea trebue să asigure:

1. independenţa curbei de influenţă a erorilor, la determinarea indicelui;

2. claritatea planului isoliniilor şi

3. păstrarea caracterului de variaţie a indicelui.

Nu este greu de văzut că condiţiile fundamentale, indicate la uniformizarea curbelor, se contrazic reciproc. In adevăr, cu cât curba

va fi mai armonică, cu atât deviația ordonatelor curbei netezite va fi mai mare, față de ordonatele curbei empirice.

Calitatea unei uniformizări nu constă deloc în deviația mică a ordonatelor curbei netezite, întrucât, în acest caz, corectarea ideală ar fi o lipsă totală a deviației. Deasemenea, nu trebue să se uite, că erorile de eșantionare sunt inerente și, totuși, luarea probelor este singurul criteriu pentru aprecierea calității minereului. Deaceea, uniformizarea curbelor empirice ale conținutului trebue făcută astfel, încât la uniformizarea curbelor să se păstreze caracterul de variație al conținutului. Rezultă că, uniformizarea trebue să se facă în limite rezonabile, ținând seamă de caracterul distribuției componenților în zăcământul de minereu și de precizia datelor de eșantionare. Trebue deci să se stabilească un criteriu just pentru ca să nu se ajungă la concluzii falșe și să se ascundă tabloul real de variație al indicelui cercetat. Dificultatea constă în absența unor norme evidente pentru soluționarea precisă a acestor probleme. Singura recomandație care se poate propune în această privință este ca abaterea medie Δy_{mediu} a ordonatelor curbei uniformizate față de ordonatele curbei empirice să nu depășească limita de deviație a ordonatelor curbei empirice, față de ordonatele curbei reale (19). Deviația medie a ordonatelor Δy_{mediu} a curbei uniformizate față de ordonatele curbei empirice, se poate calcula cu formula:

$$\Delta y_{mediu} = \frac{S}{L}, \qquad (5.55)$$

în care S este suprafața cuprinsă între curba empirică și cea uniformizată (luând în considerație scara valorii indicelui);
L — lungimea intervalului dintre limitele în care este dată curba proprietăților.

Plecând dela cele expuse mai sus, se poate accepta următoarea expresie, drept condiție a unei neteziri satisfăcătoare:

$$\Delta y_{mediu} \triangleq M(K)_{limită} \cdot K_{mediu}. \qquad (5.56)$$

unde $M(K)_{limită}$ este eroarea limită de analogie (deviația limită relativă a sumei valorilor indicelui măsurat, față de valoarea lui reală);
K_{mediu} — valoarea medie a indicelui, a cărui curbă uniformizată se construește (se determină după datele de eșantionare);

Mărimea $M(K)_{limită}$ se ia din tabela din fig. 219, în funcție de gradul de cercetare (R) al indicelui dat.

§ 3. INDICII DE CONTUR SAU DE VOLUM

In multe cazuri, indicele nu trebue caracterizat numai după o direcţie, ci şi după o suprafaţă întreagă şi limitată de un contur oarecare, sau în limitele întregului zăcământ, pe baza indicilor liniari, care au fost luaţi uniform pe cuprinsul întregii suprafeţe. De exemplu, fie un zăcământ de minereuri, explorat cu sonde verticale, situate după o reţea pătrată, având latura pătratului egală cu l.

In fiecare sondă este cunoscută grosimea verticală a zăcământului m. Prin analogie cu formula (5.7), volumul zăcământului explorat se va exprima prin formula:

$$v = l^2 \sum m \tag{5.57}$$

în care $\sum m$ este suma tuturor grosimilor măsurate în sondă, în limita conturului zero.

Pentru orice alt indice λ, sub forma de rezervă a minereului Q sau a metalului R, se va avea o formulă analoagă:

$$\Lambda = l^2 \sum \lambda, \tag{5.58}$$

care dă valoarea indicelui de volum, sau care caracterizează suprafaţa topografică, închisă în limitele conturului zero.

Calcularea indicelui de volum cu formula (5.58) se numeşte metoda cifrelor comune (după D. A. Kazacovski) şi metoda sumei calculelor (după N. G. Kell).

Indicele poate fi imaginat ca suma volumelor elementare prismatice, având ca bază un pătrat cu latura l şi cu o înălţime variabilă λ.

Aici, bazele superioare ale prismelor formează o suprafaţă în trepte, care poate fi înlocuită cu o suprafaţă topografică continuă, sau de suprafaţa poliedrului, care mărgineşte acelaşi volum, ca şi suprafaţa în trepte.

Mărimea Λ sau eroarea ei de analogie la calculul lui Λ cu formula (5.58) depinde de poziţia reţelei de explorare pentru unele şi aceleaşi dimensiuni ale suprafeţei elementare (a celulei).

Forma sau genul celulei poate fi diferită de cea patrată cu latura l. In acest caz, în formula (5.58) l^2 va fi înlocuit cu valoarea f, care exprimă suprafaţa celulei de o formă sau alta.

Este potrivit să se ia celula de formă dreptunghiulară, atunci când variaţia indicelui după două direcţii perpendiculare este diferită, de exemplu după direcţie şi după înclinarea zăcământului. La amplasarea punctelor de explorare, după tabla de şah, celulele se vor prezenta sub forma unui paralelogram sau a altor figuri egale ale „raionului celui mai apropiat". Poziţia punctelor de explorare în vârfurile unor triunghiuri echilaterale creează figurile care tind către puncte separate sub formă de hexagoane regulate.

Pentru clarificarea dependenței sumei celulare $\sum\lambda$, față de poziția rețelei de explorare, este suficient să se deplaseze rețeaua succesiv pe două direcții perpendiculare de explorare, în limitele laturii l, pentru cazul rețelei pătrate. Cu aceasta se epuizează toate pozițiile posibile ale rețelei de explorare.

Se construește pe o celulă prisma cu volum w, exprimat de ecuația

$$w=\int_0^l\int_0^l \sum\lambda\, dxdy. \tag{5.59}$$

Această prismă este mărginită în partea de sus de suprafața topografică. Aceasta din urmă exprimă diferite valori pentru $\sum\lambda$, în funcție de deplasarea întregii rețele de explorare, în limitele unei celule.

Suma celulară potrivită $\sum\lambda_u$ poate fi exprimată, ca fiind câtul împărțirii lui Λ_{real} la l^2:

$$\sum\lambda_u=\frac{\Lambda_{real}}{l^2}=\frac{w}{l^2}. \tag{5.60}$$

Să se intersecteze această prismă cu un plan paralel cu baza prismei și dus la distanța $\sum\lambda_u$ de bază. Suprafața topografică ce limitează prisma în partea de sus va fi intersectată de planul arătat, după o linie curbă oarecare, ale cărei puncte vor avea toate $\sum\lambda=\sum\lambda_u$. Această împrejurarea arată că există nu una, ci mui multe poziții ale rețelei de explorare, în care suma celulară a indicilor liniari este egală cu $\sum\lambda_u$. Indicele de volum Λ, calculat cu formula (5.58), se prezintă astfel cu valoarea sa reală. Rezultă că formula (5.58) este o formulă destul de sigură, cu condiția ca $\sum\lambda_u$ să nu depășească limitele $\sum\lambda_{max}$ și $\sum\lambda_{min}$ și să intersecteze suprafața topografică, care mărginește, în partea superioară, prisma de volum w. Cele arătate se referă la caracteristica generală a indicilor volumetrici, în limitele conturului zero. După cum rezultă din cele expuse, principiile generale sunt asemănătoare cu cele arătate în § 2 din acest capitol.

1. INDICELE IN LIMITELE CONTURULUI INTERIOR

Contur interior sau explorat al zăcământului se numește conturul, care unește proiecțiile punctelor extreme (sondelor). El este complect determinat, spre deosebire de conturul zero sau conturul exterior, care nici nu se pune în evidență, în metoda cifrelor comune (sume celulare).

Scanned with CamScanner

In alte metode, conturul zero (limita zăcământului), se obţine fie prin interpolarea la mijlocul intervalului, fie prin extrapolare, spre efilare.

Dacă se împarte zăcământul în limitele conturului zero în două părţi, după direcţia punctelor de explorare, indicele de volum al fiecărei părţi va fi reprezentat sub forma:

$$\left.\begin{aligned}\Lambda_{I} &= l^2 (\sum\lambda_{I} + 0{,}5\sum\lambda_k),\\ \Lambda_{II} &= l^2 (\sum\lambda_{II} + 0{,}5\sum\lambda_k),\end{aligned}\right\} \tag{5.61}$$

pentru ca, în sumă, să se obţină Λ, care să corespundă formulei (5.58).

In formulele (5.61) Λ_I, Λ_{II} sunt indicii volumetrici ai celor două părţi ale zăcământului; $\sum\lambda_I$, $\sum\lambda_{II}$ sunt sumele indicilor liniari pentru părţile corespunzătoare ale zăcământului, fără indicii care aparţin punctelor liniei de diviziune şi care dau în sumă $\sum\lambda_k$.

Desigur că, dacă la determinarea indicelui volumetric al unei părţi a zăcământului sau a alteia, dela început se includ indicii liniari, după toate sondele miniere, pentru această parte a zăcământului, expresia (5. 61) se va scrie, de exemplu, pentru Λ_I sub forma:

$$\Lambda_I = l^2 (\sum\lambda'_I - 0{,}5\sum\lambda_k), \tag{5.62}$$

Aici, $\sum\lambda'_I$ este suma indicilor liniari, după toate sondele miniere, pentru partea dată a zăcământului, iar $\sum\lambda_k$, ca şi înainte, este suma indicilor liniari după sondele miniere pe linia de diviziune.

La determinarea indicelui liniar, în limitele conturului interior, partea care aparţine zonei dintre contururi, care se găseşte între limita zăcământului şi conturul interior, se elimină. Partea eliminată va lua partea cea mai mică din suma $\sum\lambda_k$ a indicilor după punctele extreme, deoarece zăcământul se efilează. Prin urmare indicile de volum Λ', în limitele conturului interior, se va exprima sub forma:

$$\Lambda' = l^2 (\sum\lambda - c\sum\lambda_k), \tag{5.63}$$

unde coeficientul $c < 0{,}5$ se găseşte experimental şi în multe cazuri se ia egal cu 0,2—0,3.

$\sum\lambda$ este suma indicilor liniari, după toate punctele din zăcământ, în limitele conturului interior.

La o altă formă a celulei, desigur că factorul l^2 din formula (5.63) este înlocuit cu factorul f, care exprimă suprafaţa corespunzătoare „suprafeţei apropiate" (celulei).

Indicele volumetric Λ' se poate exprima în limitele conturului interior, ca fiind produsul factorilor λ_{mediu} cu suprafaţa F' a conturului interior, plecând dela:

$$\Lambda' = l^2\sum\lambda - \Lambda''. \tag{5.64}$$

Aici, Λ'' este indicele volumetric, în limitele zonei dintre contururi. In acelaşi timp:

$$\Lambda' = \lambda_{mediu} \cdot F' \quad (5.65)$$

de unde

$$\lambda_{mediu} = \frac{l^2 \sum \lambda - \Lambda''}{F'} \quad (5.66)$$

luând aproximativ

$$\Lambda'' = \frac{1}{4} l^2 \sum \lambda_k$$

şi

$$F' = nl^2 - \frac{1}{2} n_k \cdot l^2,$$

vom avea

$$\lambda_{mediu} = \frac{2\sum \lambda - 0{,}5 \sum \lambda_k}{2n - n_k}, \quad (5.67)$$

unde n este numărul tuturor sondelor (punctelor) şi
n_k — numărul punctelor miniere extreme.

Introducând (5.67) în (5.65) se obţine expresia mentru Λ':

$$\Lambda' = \frac{2\sum \lambda - 0{,}5 \sum \lambda_k}{2n - n_k} \cdot F' \quad (5.68)$$

2. EROAREA METODEI CIFRELOR COMUNE (SUMEI CELULARE)

Eroarea relativă de analogie, care se comite la determinarea indicelui volumetric λ, se exprimă la fel cu eroarea de analogie pentru indicele liniar de analogie λ cu formula (5.15), şi anume:

$$M(\Lambda)_r = \frac{\sum \lambda}{\sum \lambda_u} - 1. \quad (5.69)$$

în care $M(\Lambda)_r$ este eroarea reală. Ea depinde de variaţia indicelui, de poziţia (coordonatelor) punctului iniţial din reţeaua de explorare şi, după cum s'a arătat mai sus, poate avea valori diferite, rămânând tot timpul între limitele zero şi $M(\Lambda)_{limită}$. Pentru cea din urmă, prin analogie cu formula (5.15), se va scrie expresia:

$$M(\Lambda)_{limită} = \frac{\sum \lambda_{max}}{\sum \lambda_u} - 1 = 1 - \frac{\sum \lambda_{min}}{\sum \lambda_u}. \quad (5.70)$$

Odată cu micşorarea celulei, eroarea de analogie relativă limită, în determinarea indicelui volumetric, se apropie asimptotic de zero.

După cum rezultă din cele expuse, indicele volumetric se caracterizează, din punct de vedere geometric, printr'o suprafaţă topografică ascunsă. Imaginea celei din urmă se capătă din studierea secţiunilor de profil ale acestei suprafeţe, pe direcţiile caracteristice.

Secţiunile indicate reprezintă linii curbe. care la rândul lor ,sunt expresiile caracteristicei indicilor liniari, despre care s'a discutat mai sus. Astfel, variaţia relativă a suprafeţei sau a indicelui volumetric trebue să se obţină ca o valoare medie din μ după secţiuni diferite, mai ales după direcţiile de explorare. Concluziile obţinute mai sus, relativ la M, R şi $M(\Delta)_{limită}$ pentru indicii liniari, rămân valabile şi pentru indicii volumetrici, cu înlocuirea lui ε prin λ, şi a celui din urmă prin Λ. La aceasta, tabela lui D. A. Kazacovski. din fig. 282, menţine valoarea sa în întregime.

Folosirea metodei cifrelor comune (suma celulară) şi a proprietăţilor erorii sale de limită permite să se stabilească experimental limitele lui $M(\Lambda)_r$ pentru diferite condiţii şi, prin aceasta, să se caracterizeze exactitatea metodei date.

Afară de aceasta, D. A. Kazacovski (19) consideră raţională acceptarea metodei cifrei comune. ca etalon al preciziei pentru alte metode de calcul al indicelui volumetric. Aprecierea preciziunii unei metode sau a alteia se bazează pe devierea rezultatelor calculului indicelui volumetric, executate după cele din urmă, faţă de rezultatul calculului după metoda sumei celulare.

După alte metode de determinare a indicilor de contur şi de volum, pe lângă erorile de analogie. se adaugă şi erorile de conturare, dacă nu se iau în consideraţie erorile tehnice. Separarea primelor de cele din urmă este necesară. deoarece ele depind de precizia obţinerii datelor înseşi şi diferă principial de primele.

Erorile de conturare apar din cauza necesităţii construirii conturului zero care. la metoda cifrelor comune, nu este necesară.

Folosirea altor metode pentru a obţine separat eroarea de analogie şi eroarea de conturare este imposibilă, deoarece ele apar numai împreună.

Comparând rezultatele obţinute prin alte metode cunoscute. cu rezultatul obţinut prin metoda sumei celulare, apare caracteristică eroarea comună, care se compune din erorile analogiei şi de conturare, în legătură cu care D. A. Kazacovski propune introducerea noţiunii despre eroarea de analogie posibilă de limită şi de conturare, considerând această eroare ca suma aritmetică a valorilor absolute ale erorii de limită ale metodei cifrelor comune. în condiţiile date şi ale diferenţei rezultatelor, calculate după această metodă şi după alte metode date.

§ 4. REPREZENTAREA SUPRAFEŢEI TOPOGRAFICE ASCUNSE

Se revine la reprezentarea suprafeţei topografice ascunse, în legătură cu necesitatea expunerii unor probleme neprecizate anterior.

Din punct de vedere grafic, suprafaţa topografică ascunsă, care caracterizează indicele volumetric, se poate reprezenta printr'un sistem de profile, sau printr'un sistem de linii cu aceeaşi valoare a indicelui, adică printr'un sistem de isolinii.

Indicele se poate caracteriza, într'o măsură oarecare, şi prin metoda intervalelor sau prin metoda sumei celulelor şi aceasta se poate numai, dacă există o reţea de explorare regulată.

Deaceea, reprezentarea suprafeţei topografice ascunse prin metoda isoliniilor este metoda de bază pentru caracterizarea generală a oricărui indice al zăcământului şi, deseori, unica metodă posibilă, de

exemplu la un număr mare şi la amplasarea neregulată a punctelor de explorare, la comparaţia între ele a mai multor suprafeţe topografice ascunse şi a altor elemente ale exploatării, sau chiar ale proceselor auxiliare.

Se folosesc diferite metode de construire a isoliniilor suprafeţei topografice ascunse.

La o amplasare neregulată a punctelor de explorare (de ridicare) şi la o variaţie simplă a indicelui, planul isoliniilor se trasează prin metoda, la care punctele cu cote în trepte se obţin prin gradarea fiecărui interval, dintre punctele vecine. Este important să se scoată în evidenţă şi să se stabilească just liniile de pantă, după care se poate aplica interpolarea liniară.

In cazul variaţiei complexe a indicelui, înlăturarea influenţei erorilor la determinarea indicelui şi a detaliilor neesenţiale se obţine prin uniformizarea suprafeţei datelor de plecare. Aceasta se reduce la împărţirea suprafeţei conturului cu ajutorul paletei, în sectoare egale, pentru a obţine cu ele, valorile indicelui adus la medie şi care se raportează în centrele sectoarelor evidenţiate (ferestre). Gradul de uniformizare, ca şi la cea liniară, depinde de mărimea ferestrei. Afară de aceasta, valorile indicelui, aduse la valorile medii, se amplasează după o reţea regulată, care permite aplicarea metodei profilelor de isolinii.

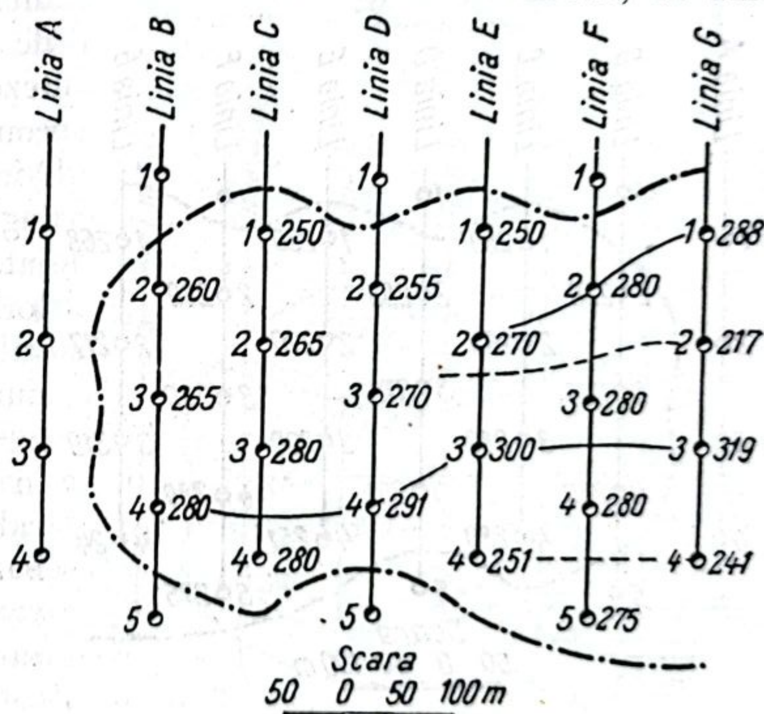


Fig. 223

In cazul amplasării liniare a punctelor de explorare (de ridicare), planul isoliniilor se trasează, deseori, cu ajutorul metodei profilelor, pentru care se face, în prealabil, profilul suprafeţei reprezentate după fiecare linie, pentru a obţine, după aceste linii, puncte de cote în trepte. Când este necesar, curbele empirice (profilele) se uniformizează. In fig. 222 este reprezentat modul de obţinere a punctelor de acest fel, ale curbei uniformizate.

După obţinerea numărului total de puncte, se trasează pe desen isoliniile. După cum rezultă din capitolul I, construirea planurilor structurale hipsometrice, pentru zăcămintele stratiforme se bazează

pe larga folosire a metodei normalelor, la care se folosesc în întregime invariabilitatea secțiunii normale, harta aflorimentelor și harta geologică. Pentru aceasta se construește întâi planul hipsometric al unui orizont (sau strat) mai stabil și mai bine studiat, cu ajutorul căruia, și folosind stabilitatea grosimilor normale, se construește planul hipsometric al stratului căutat.

In cazul variției însemnate a grosimilor normale ale stratului, însă cu variația lentă a grosimii verticale, construcția planului hipsometric a unui strat sau a altuia se face cu ajutorul hărților de asemănare și pentru aceasta, se trasează întâi, cu ajutorul unei metode oarecare, planul hipsometric al orizontului stratigrafic mai stabil și mai bine studiat (strat) și care este așezat mai puțin adânc decât stratul căutat. Apoi, după o rețea mai puțin deasă a punctelor de explorare cu adâncimea mai mare și care aparțin stratului căutat, se întocmește graficul (harta) de asemănare, care reprezintă isoadâncimile așezării stratului față de orizontul indicat de bază. Prin scădere din planul hipsometric al ultimului grafic de asemănare, se obține planul hipsometric al stratului căutat.

Variația multiplă a condițiilor implică aplicarea diferitelor metode pentru construcția suprafețelor topografice ascunse. Insă trebue menținută constant condiția de bază: să nu se îndepărteze problema construcției de condițiile geologice reale. Niciunul dintre factorii geologici nu trebue să fie neglijat. Este o condiție obligatorie să se studieze minuțios valorile indicelui în diferite puncte. Comparația indicilor în unele grupe sau în altele, în funcție de condițiile generale sau locale, care se bazează pe situația geologică concretă, este absolut necesară.

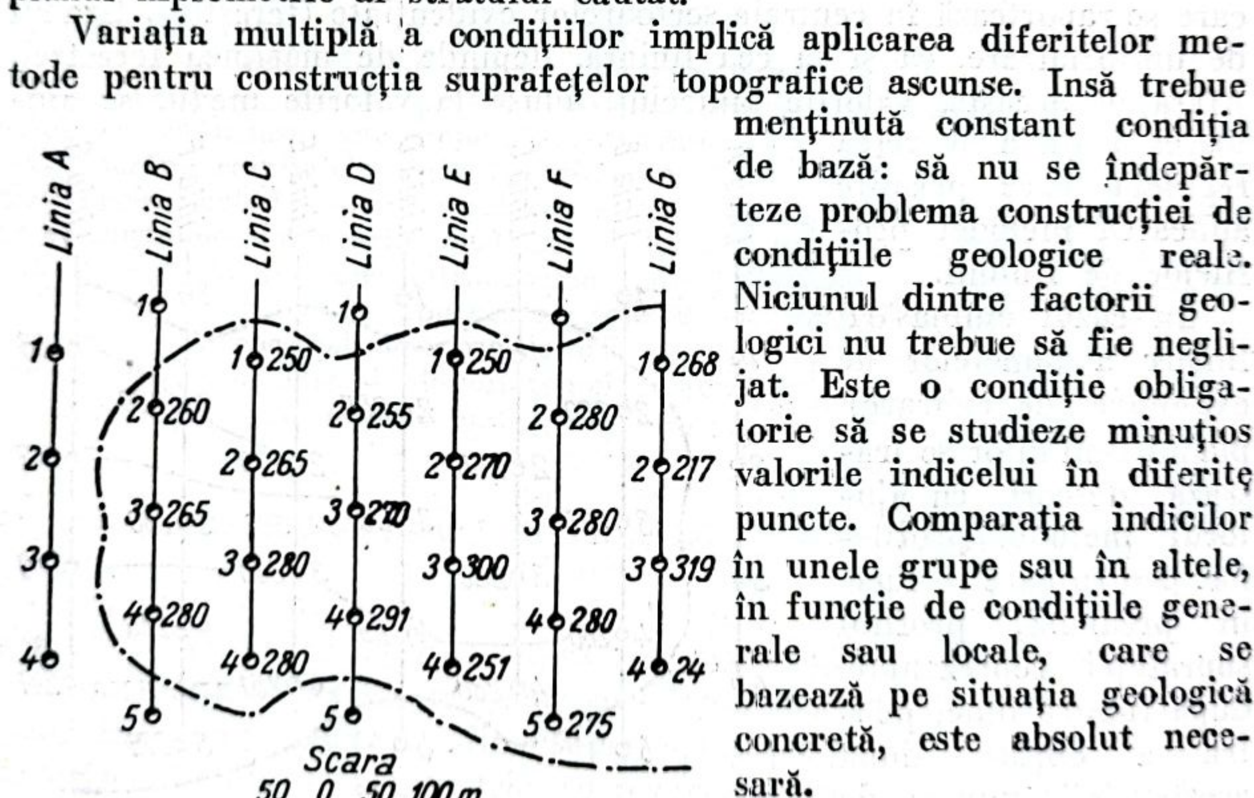


Fig. 224

Astfel, trebue să fie tatonate atent și critic bazele reale pentru evidențierea elementelor structurale, a suprafeței topografice ascunse, a liniilor și punctelor invariate, cum și a pantelor. După elementele de structură indicate se face interpolarea și construirea scheletului isoliniilor (frânte). Cele din urmă se înlocuesc prin isoliniile line pe aceleași baze, cu care au fost evidențiate elementele de structură.

Scanned with CamScanner

Scanned with CamScanner

Se va ilustra succesiunea amintită a fazelor de lucru la construirea planului de isolinii al suprafeței topografice ascunse, prin exemplul dat de P. A. Râjov (33).

Fig. 223 reprezintă un plan de explorare pentru o parte a zăcământului. Punctele de explorare sunt situate liniar, în ordinea tablei de şah. Lângă fiecare punct, este arătat numărul de ordine al punctului după linia de explorare, iar la dreapta punctului, valoarea indicelui cercetat. Conturul zăcământului este evidenţiat.

In urma rezultatului studierii condiţiilor geologice şi a variaţiei indicelui în limitele conturului dat, fig. 224 reprezintă liniile invariabile pozitive (pline) şi negative (punctate). S'a însemnat sensul şi succesiunea lor.

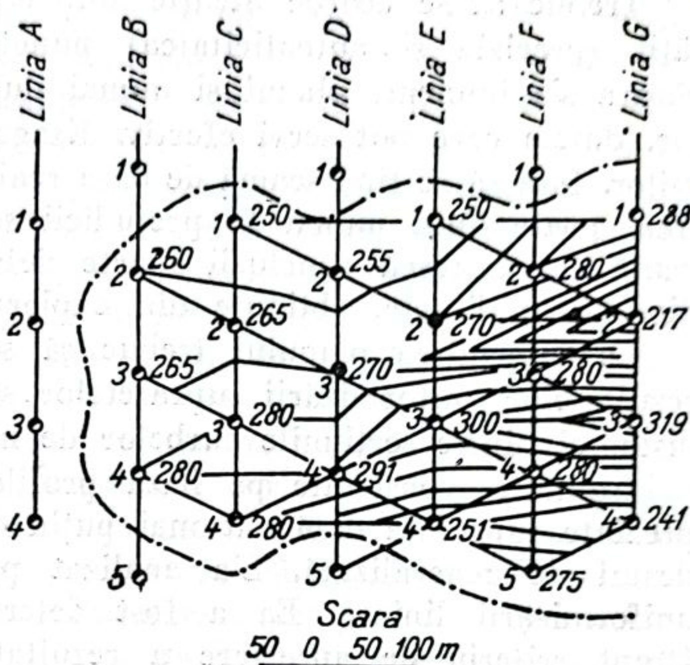


Fig. 225

Mai departe, fig. 225 reprezintă scheletul (linii frânte) isoliniilor. Chiar pentru cazul reţelei regulate de explorare a acestui exemplu apare necesitatea de punere în evidenţă a elementelor structurale ale suprafeţei, prin construirea isoliniilor frânte şi curbe.

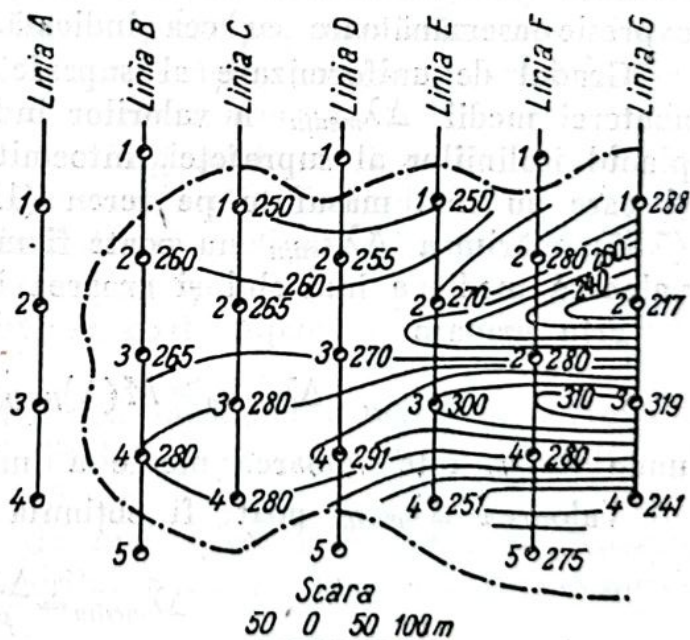


Fig. 226

In fig. 226 este reprezentată imaginea finală a suprafeţei topografice ascunse studiate, sub formă de isolinii. Astfel se întocmeşte planul isoliniilor. După cum rezultă din cele expuse, această lucrare nu este o simplă execuţie tehnică a graficului, ci o operaţie de răspundere, care cere o bună pregătire şi o experienţă suficientă. De construcţia bună şi reuşită a planului isoliniilor a unuia sau a altui indice depinde siguranţa şi justeţea concluziilor importante, care se pot trage cu privire la zăcă-

mântul dat. Deseori, graficul întocmit serveşte ca documentaţie de bază. Ţinând seamă de aceasta, urmează ca folosirea planurilor structurale şi de calitate deja întocmite să fie supuse unei critici sănătoase, pentru a evita concluzii greşite.

Trebue să se acorde atenţie amplasamentului, numărului şi calităţii (precizia şi autenticitatea) punctelor de explorare, pe baza cărora s'a întocmit planul şi numai după aceasta să se extragă din ele, datele care pot servi efectiv. Exagerarea aplicării metodei isoliniilor, fără să se ţină seamă de baza realităţii, pe care aceasta se sprijină, poate duce numai la prejudicii serioase. Deseori, din plan se caută să se tragă concluzii foarte detaliate, care nu rezultă deloc din datele directe, obţinute din explorarea dată.

La întocmirea planului trebue să se acorde o atenţie deosebită rezultatelor uniformizării suprafeţelor sau a liniilor, cum şi alegerii distanţei dintre secţiunile curbelor de nivel (isoliniilor).

Isoliniile, construite pe baza profilelor corectate, trebue să reprezinte suprafaţa dată cât mai puţin deformată şi, în acelaşi timp, destul de generalizată. S'a analizat problema privitoare la limita uniformizării liniare. Ea a fost determinată prin expresia (5.56). Drept criteriu de apreciere a rezultatelor uniformizării, admis la reprezentarea suprafeţei, serveşte acelaşi principiu, pe care se bazează formula (5.56). Deaceea, limitele uniformizării se determină printr'o expresie asemănătoare cu cea indicată.

Gradul de uniformizare al suprafeţei se determină cu mărimile abaterei medii $\Delta\lambda_{mediu}$ a valorilor indicelui, care sunt obţinute din planul isoliniilor al suprafeţei, întocmit după valorile acestui indice, şi care au fost măsurate pe teren (19). Prin analogie cu formula (5.56), mărimea $\Delta\lambda_{mediu}$ nu poate fi mai mare decât produsul dintre valoarea medie a indicelui şi eroarea limită de analogie $\mu(\lambda)_{mediu}$.

Prin urmare

$$\Delta\lambda_{mediu} \ngtr M(\Lambda)_{limită} \cdot \lambda_{mediu}, \tag{5.71}$$

unde λ_{mediu} este valoarea medie a indicelui.

Valoarea $\Delta\lambda_{mediu}$ poate fi obţinută din egalitatea

$$\Delta\lambda_{mediu} = \frac{\Delta\Lambda}{F}, \tag{5.72}$$

în care: $\Delta\Lambda$ este volumul cuprins între suprafaţa empirică şi suprafaţa uniformizată (suma valorilor absolute în exces şi în deficit);

F — suprafaţa în limitele căreia s'a construit suprafaţa uniformizată.

Mărimea $\Delta\Lambda$ se determină cu metoda secțiunilor verticale, sau prin scăderea suprafețelor.

Valoarea $M\ (\Lambda)_{limită}$ se ia din tabela fig. 219 sau din alta analoagă ei.

La întocmirea graficelor geometrice miniere se pune inevitabil problema scării graficului și a distanței dintre secțiunile curbelor de nivel (isoliniilor). Prima se rezolvă simplu, întrucât scările graficelor sunt în legătură cu scările planurilor topografice miniere.

In ce privește secțiunea isoliniilor pentru suprafețele topografice ascunse ale diferiților indici, este foarte greu să se dea directive precise. Dar și în acest caz, alegerea distanței dintre secțiuni trebue să satisfacă cerințele generale ale problemei, adică, pentru un număr minim de isolinii, să se poată reprezenta suprafața topografică studiată precis, evident și ușor, pentru rezolvarea problemelor practice. Insă acceptarea acestor condiții generale nu dă rezolvarea practică a problemei.

Alegerea arbitrară a secțiunii devine, deseori, o cauză de îngrămădire a isoliniilor pe plan și creează o părere falsă despre precizia și detalierea lui. Aceasta produce o discordanță între suprafața reprezentată și cea reală și poate duce la concluzii greșite și la o apreciere nejustă asupra metodei isoliniilor, ca mijloc de reprezentare.

Deci, plecând dela aceste premize, la baza alegerii distanței dintre secțiunile curbelor de nivel, trebue să fie pusă condiția concordanței între variația cu studiul indicelui și detalierea reprezentării lui. Secțiunile obținute pe baza acestui principiu vor fi minime și numărul lor va putea fi majorat oridecâte ori ușurința construcției, folosirea și destinația graficului vor cere aceasta.

Astfel, rezolvarea problemei se împarte în două părți:

1. determinarea valorii minime a secțiunii de isolinii;
2. stabilirea distanței optime dintre secțiuni.

Alegerea valorii minime a secțiunii cu isolinii (pentru planurile de isogrosimi și de isoconținut) se poate supune uneia dintre următoarele condiții:

a) aceasta nu trebue să fie mai mică decât mărimea maximă a abaterii valorilor reale ale indicelui, dela valorile lui obținute de pe plan;

b) aceasta nu trebue să fie mai mică decât valoarea maximă posibilă a abaterii medii a valorilor reale ale indicelui, dela valorile lui obținute de pe plan.

Prima condiție este mai puțin acceptabilă decât a doua, deoarece, deviațiile separate maxime pot fi necaracteristice și pot fi nereprezentative. Trebue să se orienteze după valorile medii ale abaterilor.

Intrucât nu se cunoaște niciodată situația reală a rețelei de explorare față de punctele fundamentale caracteristice ale suprafeței topo-

Scanned with CamScanner

grafice ascunse, care să reprezinte şi abaterile medii reale ale valorilor indicelui faţă de valorile luate de pe plan, care, la o poziţie oarecare a reţelei, depind de coordonatele punctului iniţial al acestei reţele, trebue să se prevadă cazul cel mai nefavorabil, adică posibilitatea abaterii medii maxime. Iar aceasta, după cum rezultă din cele expuse, se exprimă prin produsul valorii medii a indicelui şi valorii de limită a erorii de analogie.

Astfel, valoarea minimă a secţiunii curbelor de nivel (isoliniilor) trebue să satisfacă condiţia (19):

$$h = \Delta\lambda = \lambda_{mediu} \cdot M(\Lambda)_{limit\check{a}}, \tag{5.73}$$

unde: λ_{mediu} este valoarea medie a indicelui;

$M(\Lambda)_{limit\check{a}}$ — eroarea limită de analogie, la determinarea indicelui.

Mărimea secţiunii optime a curbelor de nivel se alege în baza unei serii de consideraţii practice şi anume:

a) scara planului şi caracterul variaţiei indicelui;

b) uşurinţa folosirii isoliniilor, multiplul unor valori rotunde ale indicelui;

c) uşurinţa de proiectare pe plan a lucrărilor miniere pentru elementele uzuale ale sistemului de exploatare;

d) necesitatea de a delimita sectoarele după grosimea stratului, după sortimentele substanţei minerale utile, etc.

In toate cazurile, valoarea secţiunii optime trebue să fie mai mare, decât valoarea secţiunii minime.

Analiza suprafeţelor topografice ascunse, arătată în capitolul de faţă, dă oarecare baze pentru aprecierea variaţiei şi a gradului de cunoaştere a acestor suprafeţe.

Afară de aceasta, analiza arătată permite rezolvarea problemei, în ce priveşte oportunitatea reprezentării suprafeţei topografice ascunse (indicele de volum) prin isolinii, şi cazul când este suficient să fie caracterizată prin metoda cifrelor comune.

CAPITOLUL VI

PLANURILE CALITATIVE ŞI DE STRUCTURĂ

§ 1. CONSIDERAŢII GENERALE

In lucrările practice ale serviciului geologic din întreprinderile miniere, s'au stabilit condiţiile în ce priveşte complectul şi conţinutul planurilor calitative şi de structură. Rezultatele studiilor geologice şi ale explorărilor de detaliu, făcute în scopul evaluării zăcămintelor,

cum şi calculul rezervelor şi al proiectării întreprinderii miniere sunt reprezentate, deobicei, sub forma unui complex de grafice.

In procesul exploatării zăcământului în partea lui pregătită, necesitatea urmăririi planurilor structurale şi calitative este mai puţin acută, deoarece elementele acestor grafice sunt cuprinse, în cea mai mare parte, în hărţile topografice miniere de bază. Detalierea celor din urmă cu date geometrice, până la limita raţională, este una dintre condiţiile de bază ale construirii hărţilor topografice miniere.

Sectoarele zăcământului, unde se proiectează executarea lucrărilor miniere de învestiţie şi a lucrărilor miniere de pregătire, necesită o geometrizare detaliată.

Cea din urmă prezintă rezultatul precizării cunoştinţelor existente despre sectoarele indicate, în urma obţinerii datelor mai sigure, care s'au obţinut la exploatarea sectoarelor vecine.

In raport cu complexitatea zăcământului, cu variaţia indicilor lui şi cu scopul planurilor structurale şi a celor calitative, scara planurilor variază în anumite limite, faţă de scara hărţilor topografice miniere de bază, până la scara la care sunt întocmite hărţile documentaţiei geologice ale zăcământului. Intocmirea planurilor de structură şi de calitate se bazează pe documentarea bine gândită, care rezultă din specificul zăcământului şi din documentările de fixare a lucrărilor de explorare şi de exploatare, cum şi pe prelucrarea adecuată a acestei documentări.

Graficele miniere geometrice (planurile structurale şi de calitate) se fac în limitele desvoltării zăcământului.

Deaceea, înainte de a caracteriza formele separate ale lor, se va insista puţin asupra părţii geometrice a construcţiei conturului zăcământului.

§ 2. CONTURAREA ZACAMANTULUI

Trasarea limitelor zăcământului se numeşte conturarea zăcământului. Conturarea este o lucrare de mare importanţă, la rezolvarea căreia este necesară o evidenţă minuţioasă a tuturor particularităţilor situaţiei geologice, cum şi folosirea indicilor obiectivi ai explorării (grosimea zăcământului, conţinutul componenţilor, elementele de zăcământ).

Pentru aceleaşi condiţii geologice, problema se reduce la conturarea zăcământului, după grosimea sa.

Lucrările miniere de explorare şi de exploatare, care au întâlnit zăcământul, se numesc lucrări miniere „cu minereu", în caz contrar lucrări miniere „fără minereu". Linia care contureazǎ zăcământul

după lurările miniere extreme cu minereu se numeşte curba conturului interior sau, mai pe scurt, conturul interior.

Desigur că zăcământul continuă la o distanţă oarecare şi peste conturul interior, unde el poate fi afectat de deranjamente tectonice.

Punctele în care zăcământul se efilează se numesc *puncte nule* (grosimea este nulă), iar curba care le uneşte se numeşte *curba conturului exterior* sau, pe scurt, *conturul exterior* (nul). Suprafaţa zăcământului cuprinsă între conturul exterior şi conturul interior se numeşte *„zona dintre contururi"*.

In fig. 227 sunt reprezentate: conturul interior (linia continuă), conturul exterior (linia punctată) şi zona dintre contururi.

In partea stângă a desenului (*a*) este reprezentată conturarea după datele sondelor de foraj, iar în partea dreaptă a desenului (*b*) este reprezentată conturarea după complexul şanţurilor de explorare, cum şi după lucrări miniere în proiecţie pe planul înclinat, cu elementele de zăcământ egale cu valoarea medie a elementelor de zăcământ ale corpului de minereu.

In timp ce construcţia conturului interior este, deobicei, uşoară, determinarea conturului exterior prezintă o problema mai grea, pentru a cărei rezolvare justă este nevoie de analiza multor date ale zăcământului.

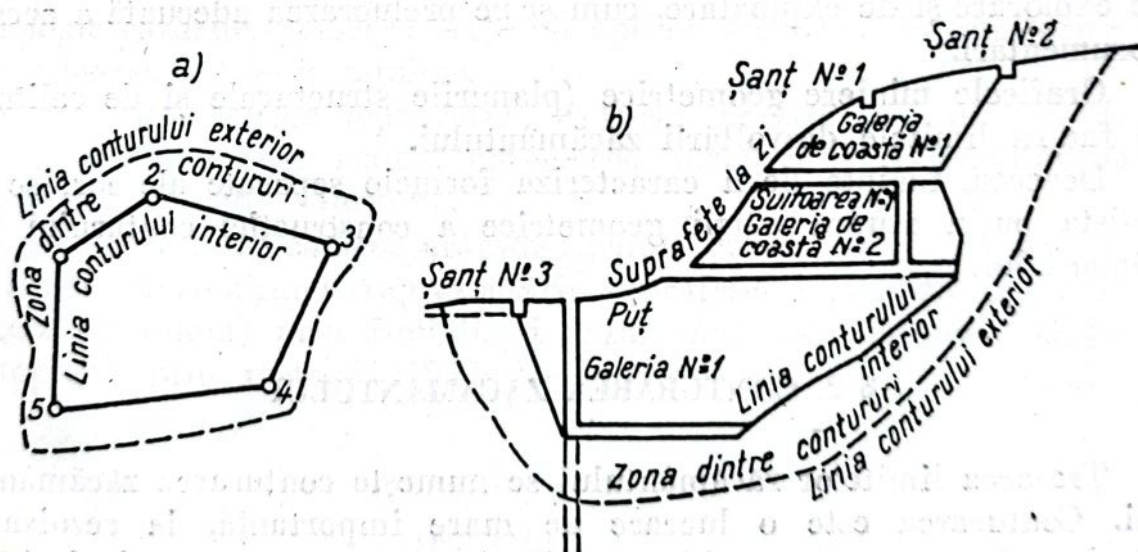


Fig. 227

La construcţia conturului exterior al zăcământului (conturarea sa) din punct de vedere geometric, pot fi întâlnite două cazuri:

Primul caz. Afară de lucrările extreme cu minereu mai există şi lucrări fără minereu (care n'au întâlnit zăcământul), care sunt situate faţă de primele, la distanţe aproximativ egale cu distanţa medie dintre lucrările miniere de explorare, la zăcământul dat. Desigur

Scanned with CamScanner

că, în acest caz, conturul exterior al zăcământului va trece printre lucrările miniere cu minereu și cele fără minereu.

Al doilea caz. Există lucrări miniere extreme cu minereu, nu există lucrări miniere fără minereu sau ele sunt situate prea departe față de primele. In acest caz, construirea conturului exterior este mai arbitrară, decât în primul caz.

Corespunzător cu aceste două cazuri există două metode de conturare a zăcământului: prin interpolare și prin extrapolare.

Metoda interpolării se aplică la găsirea punctului din conturul exterior, între două lucrări miniere, cele mai apropiate, dintre care una este cu minereu, iar cealaltă fără minereu.

Dacă există o lucrare minieră cu minereu și alta, cea mai apropiată de ea, fără minereu, și nu există alte date referitoare la spațiul dintre ele, nu rămâne decât presupunerea, că punctul conturului exterior al zăcământului este la mijlocul distanței dintre cele două lucrări miniere date. După o serie de puncte obținute pe această cale, se trasează conturul exterior al zăcământului. Această metodă de construcție a conturului exterior se numește interpolarea la mijlocul distanței dintre lucrările miniere cu minereu și cele fără minereu.

In acest caz, lucrările miniere extreme în zăcământ *1, 2, 3, 4*, și *5* (fig. 228) se unesc cu drepte de lucrările miniere cele mai apropiate de ele *6, 7, 8, 9, 10, 11, 12*, dreptele duse se împart în jumătate și se găsesc astfel: punctele nule sau punctele de efilare a zăcământului (*a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m*) care, fiind unite prin segmente de dreaptă sau printr'o linie curbă, constitue pe plan linia conturului exterior al zăcământului.

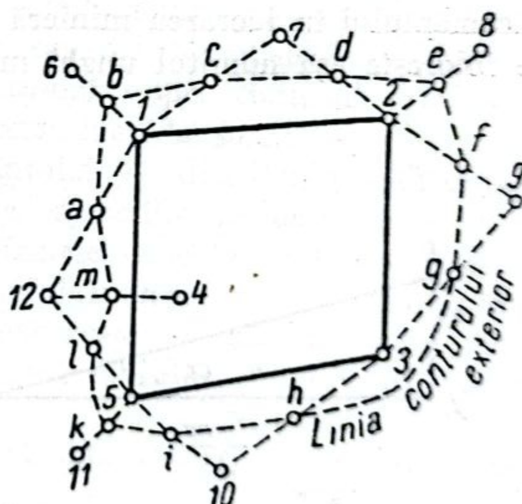


Fig. 228

Metoda arătată are însă un desavantaj esențial în sensul că, independent de grosmiea stratului, întâlnită în lucrarea minieră extremă cu minereu, punctul nul se raportează la mijlocul distanței dintre lucrarea minieră cu minereu și cea mai apropiată lucrare minieră fără minereu, ceeace poate deforma foarte mult unghiul real de efilare a zăcământului.

Pe fig. 229 este reprezentat, prin linia plină, conturul zăcământului în secțiune verticală.

In lucrările miniere extreme cu minereu se întâlnesc diferite grosimi. In lucrarea minieră nr. 1, grosimea m_1, în lucrarea minieră nr. 2,

grosimea m_2, prima fiind de două ori mai mare decât a doua. Lucrările miniere fără minereu (3 și 4) sunt situate la aceeași distanță r față de lucrările extreme cu minereu (1 și 2).

Prin interpolarea la mijlocul distanței r, punctele nule ale zăcământului vor fi punctele k_2 și k_2', și unghiurile de efilare corespunzătoare, ν_2 și ν_2'. Este ușor de văzut că aceste unghiuri nu corespund conturului dat al zăcământului, ci diferă foarte mult de unghiurile reale de efilare ν_1 și ν'_1. Deasemenea nu coincid punctele reale ale conturului exterior k_1 și k'_1 cu punctele k_2 și k'_2, obținute prin construcție, după metoda arătată. Rezultă că, la construirea conturului exterior al zăcământului prin metoda interpolării, la jumătatea distanței dintre lucrările miniere apropiate cu și fără minereu, trebue să se introducă, o corecție în rezultatele precizării, pe baza grosimii zăcământului în lucrarea minieră extremă cu minereu. Pentru aceasta se folosește așa numitul unghi mediu de efilare a zăcământului.

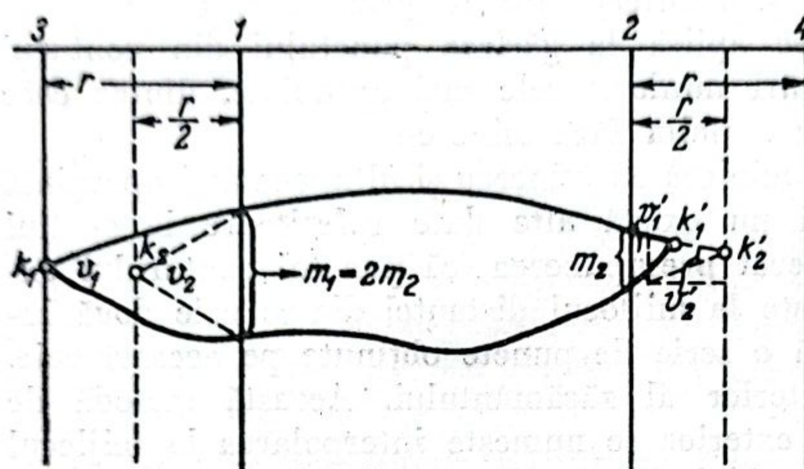


Fig. 229

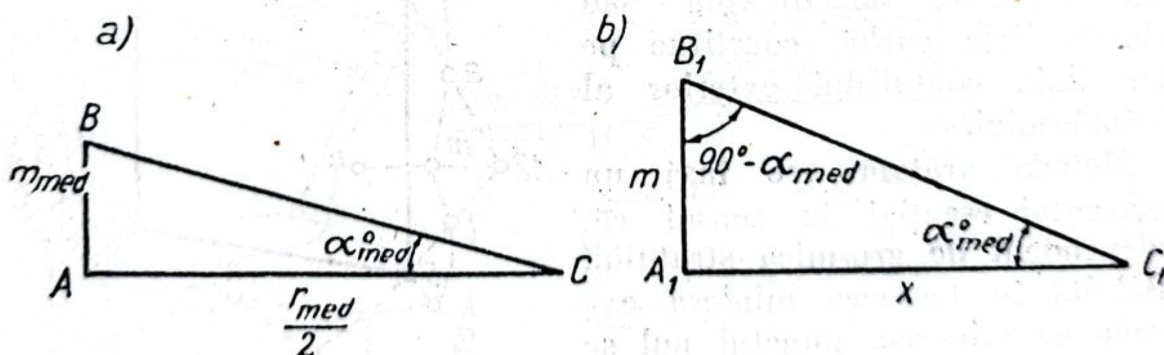


Fig. 230

Tangenta unghiului mediu de efilare a zăcământului (α_{mediu}) se determină cu raportul între grosimea medie m_{mediu} (fig. 230 *a*) a zăcământului și jumătatea distanței medii r_{mediu} între lucrările miniere.

In acest caz, distanța x, la care se găsește punctul nul C_1 (fig. 230 *b*) al zăcământului dela lucrarea minieră extremă cu minereu

$B_1 A_1$, de grosimea m, se va determina simplu, din triunghiul dreptunghi $A_1 B_1 C_1$:

$$x = \frac{m}{\text{tg}\,\alpha_{mediu}} = m\,\frac{r_{mediu}}{2m_{mediu}} \tag{6.1}$$

unde α_{mediu} este unghiul mediu de efilare a zăcământului, care se determină din expresia:

$$\text{tg}\,\alpha_{mediu} = \frac{2m_{mediu}}{r_{mediu}}, \tag{6.2}$$

unde m este grosimea în lucrarea minieră cu minereu dată,

$m_{mediu} = \frac{\sum m}{n}$ este grosimea medie a zăcământului și

$r_{mediu} = \frac{\sum r}{n}$ distanța medie dintre lucrările miniere.

Distanța x se determină ușor grafic. Pentru aceasta, dela lucrarea minieră cu minereu dată, de exemplu A (fig. 230, b), se duce pe desen o dreaptă cu direcția spre cea mai apropiată lucrare minieră fără minereu; din punctul A_1 se ridică perpendiculara $\overline{A_1 B_1}$ pe această dreaptă, egală cu grosimea m a zăcământului în acest punct; în punctul B_1 se construește unghiul $(90^0 - \alpha_{mediu})$; punctul C_1 va fi, desigur, punctul nul al zăcământului căutat. Punctele C ale conturului exterior se vor construi în mod analog pe perpendicularele duse pe liniile conturului interior sau pe bisectoarele unghiurilor dintre ele, duse din punctele de zăcământ, spre conturul exterior.

Cundițiile necesare aplicării acestei metode sunt:

a) forma lenticulară a zăcământului și distribuția uniformă a lucrărilor miniere. Afară de aceasta, direcțiile pe care se ia x, nu trebue să aibă deviații mari dela normele duse la contur, în punctul dat. După cum se vede aici, principiul interpolării la mijlocul distanței dintre lucrările miniere a fost respectat și, în același timp, s'a luat în considerație grosimea zăcământului, în fiecare lucrare minieră.

După o serie de puncte nule astfel obținute, se trasează linia conturului exterior.

Metoda extrapolării se aplică la construirea conturului exterior al zăcământului, în cazul când nu există lucrări miniere fără minereu, sau acestea sunt situate la distanță mare de lucrările miniere extreme cu minereu, care nu permit interpolarea.

La extrapolare, determinarea punctelor nule ale zăcământului se face în diferite moduri, și anume:

a) la jumătatea distanței medii dintre lucrările miniere cu minereu și

b) după unghiul de efilare față de direcția dată.

21

In primul caz, punctele zăcământului se scot după conturul exterior la jumătatea distanței medii dintre lucrările miniere cu minereu.

După a doua metodă se procedează astfel:

Fie în fig. 231 două dintre lucrările miniere cu minereu cele mai apropiate *A* și *B*, dintre care *B* se află în conturul interior al zăcământului, iar punctul *A* este situat, față de *B*, spre centrul zăcământului.

Se cere să se determine punctul nul *C* al zăcământului.

Fie *M* și *m* grosimile zăcământului în punctele *A* și *B*. Prin *A* și *B* se duce pe desen o dreaptă, spre conturul interior. Din punctele *A* și *B* se ridică perpendiculare și se iau pe ele, la scara desenului, segmentele *Aa* și *Bb*, egale corespunzător, cu grosimile zăcământului *M* și *m*. Prin punctele *a* și *b* se duce o dreaptă până la intersecția sa cu prelungirea segmentului $\overline{AB}$ în punctul *C*. Punctul *C* este punctul căutat al zăcământului pe direcția dată *AB*. Unghiul α este unghiul de efilare a zăcământului, după aceeași direcție, iar *x'* este distanța căutată, care trebue luată pe prelungirea segmentului $\overline{AB}$, spre conturul interior, pentru ca să se obțină punctul nul *C*.

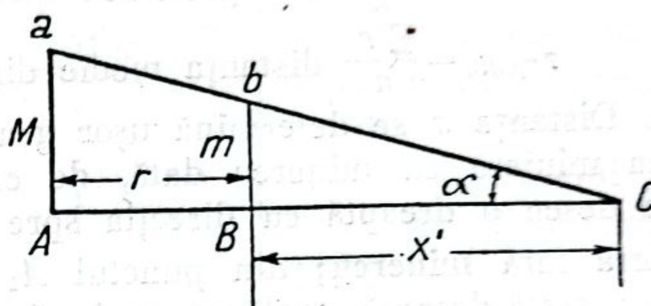


Fig. 231

Din fig. 231 rezultă că, având grosimile *M* și *m* ale zăcământului în două lucrări miniere cele mai apropiate (punctele) *A* și *B*, și distanța *r* dintre ele, este ușor să se calculeze distanța dintre conturul exterior și interior după direcția dată *x'*, din următorul raport simplu:

$$x' = \frac{r \cdot m}{M - m}. \tag{6.3}$$

Astfel, poziția punctului nul *C* al zăcământului pe direcția dată se determină prin construcție sau prin calcul.

In scopul calculării rezervelor și al stabilirii limitelor după conturul nul (exterior) și interior, se construește conturul grosimii minime exploatabile și, dacă este nevoie, conturul conținutului minim exploatabil. Mărimea lor este diferită și depinde de caracterul substanței minerale utile și de o serie de factori tehnico-economici. Conturul grosimii minime exploatabile (conținutul minim exploatabil al substanței minerale utile) se construește după metoda interpolării între punctele cu valorile grosimilor și ale conținutului real, determinate.

Metodele construirii liniilor de conturare arătate mai sus, nu epuizează deloc rezolvările problemei puse, ci prezintă numai elementele geometrice necesare rezolvării ei în întregime.

§ 3. PLANURILE FUNDAMENTALE (DE BAZĂ) DE STRUCTURI ȘI DE CALITATE

In funcție de caracterul zăcământului și de tipul substanței minerale utile, se fixează complexul corespunzător al planurilor de structură și de calitate.

Pentru zăcămintele carbonifere stratiforme cu grosimea stabilă, exploatate prin metoda subterană, este destul să existe planul hipsometric pentru fiecare strat.

Pentru zăcăminte carbonifere lenticulare, afară de planul hipsometric, mai este necesară și întocmirea planurilor isogrosimilor zăcământului. Dacă, însă, zăcământul de acest fel se exploatează prin desvelire la zi, la graficele geometrice miniere menționate se mai adaugă și planul isoadâncimilor.

Toate zăcămintele de minereu și unele zăcăminte nemetalifere, cum și cele aluvionare, pretind, afară de planurile structurale enumerate și întocmirea planurilor calitative, în isolinii, după conținutul componenților utili și neutili în minereu.

Se vor prezenta pe scurt caracteristica generală și obiectivul planurilor calitative și de structură. Metodele de construcție a planurilor și condițiile necesare rezultă din expunerea precedentă și se consideră cunoscute.

1. PLANUL HIPSOMETRIC

Suprafața zăcământului sau a structurii geologice se poate reprezenta ca o suprafață topografică cu ajutorul isoliniilor, adică liniile de aceeași înălțime, care se numesc isohipse. Planul zăcământului în isohipse se numește plan hipsometric.

Reprezentarea zăcământului, care își menține grosimea normală, se limitează deobicei numai la reprezentarea culcușului zăcământului.

La reprezentarea zăcământului de formă complexă, cu grosimea variabilă, se construesc isohipsele acoperișului și ale culcușului, întrucât hipsometria culcușului nu redă imaginea acoperișului zăcământului.

Planul hipsometric al zăcământului, constă dintr'un sistem de secțiuni orizontale echidistante, care caracterizează forma zăcământului și poziția sa în spațiu. In același timp, acest plan permite să

se determine zăcământul după o direcție sau alta, cum și elementele sale de direcție și înclinare, în diferite puncte.

Distanța dintre isohipsele cu aceeași cotă ale culcușului și ale acoperișului zăcământului, după o direcție sau alta, reprezintă grosimea orizontală a zăcământului, după această direcție.

Diferența cotelor obținută din isohipse, între culcuș și coperișul zăcământului, într'un punct oarecare al planului, caracterizează grosimea verticală a zăcământului în acest punct.

Folosind isohipsele culcușului și ale acoperișului zăcământului se poate obține ușor grosimea lui în orice direcție.

Unghiul direcțional al tangentei la isohipse, într'un punct oarecare, caracterizează direcția culcușului sau a acoperișului zăcământul, în acest punct. Direcția perpendiculară pe linia indicată într'un punct sau în altul se referă la direcția pantei suprafeței zăcământului în acest punct.

La suprapunerea planului hipsometric al zăcământului cu planul topografic al suprafeței terestre, se poate determina ușor adâncimea la care se află zăcământul ,sau distanța pe verticală dela zi la zăcământ, ca diferență a cotelor suprafețelor indicate, în punctul dat al planului. Folosind isohipsele zăcământului se poate determina ușor volumul lui.

In sfârșit, planul isohipselor este absolut necesar la proiectarea lucrărilor miniere, întrucât permite să se traseze aceste lucrări miniere, corespunzător cu profilul general al zăcământului și cu conturele, la diferite orizonturi.

Reprezentarea suprafețelor complexe, după forma deranjamentelor tectonice, în prezența datelor corespunzătoare, se face, deasemenea, cu ajutorul isohipselor.

2. PLANUL ZACAMANTULUI IN ISOGROSIMI

Cu toate că planul hipsometric al zăcământului nu dă o imagine complectă a formei zăcământului și a poziției sale în spațiu, totuși, o serie de probleme, care sunt în legătură cu caracteristica grosimii zăcământului în orice punct, se rezolvă prin construcțiile complimentare, ceeace prezintă, fără îndoială, un desavantaj în folosirea planurilor hipsometrice, pentru aceste scopuri.

La rezolvarea acestor probleme, este mai ușor să se folosească graficul special de structură, adică planul zăcământului dat în isogrosimi. Aceste planuri dau o imagine evidentă (sugestivă) a variației grosimii și permit să se execute determinarea ei în orice punct, fără a fi necesare construcții complimentare.

La construirea planului zăcământului în isogrosimi, problema se reduce la înlocuirea corpului, limitat din partea acoperişului şi a culcuşului de suprafeţe topografice, cu un corp mai simplu, limitat din partea acoperişului de o suprafaţă topografică, iar din partea culcuşului, de un plan. Acest plan este planul de proiecţie a zăcământului pe normală. Proiectarea zăcământul se face pe planul orizontal sau vertical, în funcţie de înclinarea generală a zăcământului. Insă, uneori, pentru a se obţine o deformare mai mică a dimensiunilor zăcământului, se face proiecţia pe un plan înclinat, care are înclinarea şi direcţia egale cu înclinarea şi direcţia medie a zăcământului.

La proiectarea zăcământului pe un plan orizontal, se proiectează grosimile lui verticale şi, invers, la proiectarea planului pe un plan vertical se proiectează grosimile orizontale. La proiectarea pe un plan înclinat, care are elemente de direcţie şi de înclinare apropiate de elementele de direcţie şi de înclinare ale zăcământului, se vor obţine valorile grosimilor apropiate de grosimile normale ale zăcământului. Planul zăcământului în isogrosimi se poate considera ca planul hipsometric al suprafeţei zăcământului, proiectat pe un plan orizontal.

Fie în fig. 232 secţiunea plană verticală *A* a zăcământului. Segmentele *1—1*, *2—2*, *3—3*, etc., în secţiunea *A*, sunt grosimile verticale ale zăcământului ,care vor fi proiectate pe planul *H*. Pe direcţia *HH*, se obţin punctele 1_1, 2_1, 3_1, etc. Se iau dela aceste puncte segmentele 1_1—1_1', 2_1—2_1', 3_1—3_1', etc. egale cu grosimile verticale corespunzătoare ale zăcământului. Unind capetele acestor segmente cu o curbă, se va obţine, între această curbă şi direcţia orizontală *H*, o suprafaţă oarecare *B*, care reprezintă secţiunea plană verticală a zăcământului proiectat, egală cu suprafaţa secţiunii *A* a zăcământului neproiectat. Deoarece segmentele corespunzătoare (grosimile verticale) sunt egale în secţiunile *A* şi *B*, suprafeţele corespunzătoare elementare ΔS şi ΔS_1 ale acestor secţiuni vor fi deasemenea egale între ele; rezultă că şi suprafeţele secţiunilor *A* şi *B* sunt egale între ele. Extinzând raporturile obţinute pentru supra-

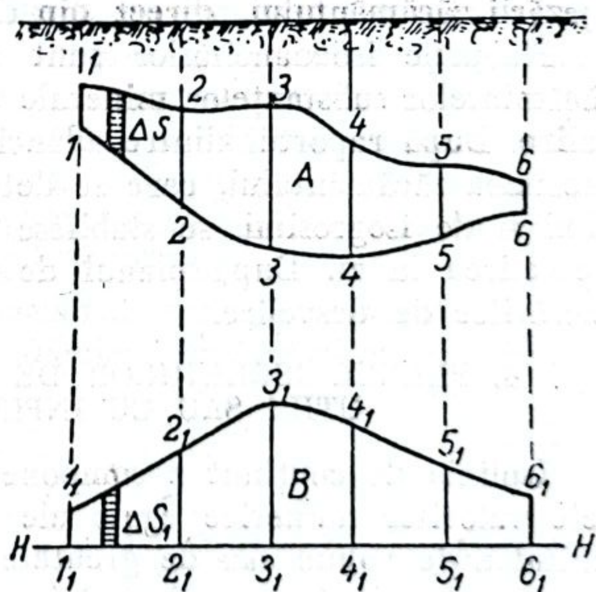


Fig. 232

fețele A și B asupra volumului zăcământului, se găsește că volumele zăcământului proiectat și neproiectat vor fi egale între ele.

Făcând secțiuni paralele echidistante în zăcământul proiectat, se vor obține curbe de grosimi verticale, egale, sau planul zăcământului în isogrosimi. Intocmirea planului în isogrosimi se face astfel. După datele de explorare se reportează pe plan proiecțiile punctelor, în care sunt cunoscute grosimile zăcământului. Lângă aceste puncte se înscriu valorile numerice ale grosimilor. Cele din urmă se iau direct după datele de explorare (în cazul sondelor verticale) sau se determină după secțiuni (în cazul sondelor înclinate). La explorarea zăcământului prin sonde înclinate, valoarea grosimii verticale se raportează la punctul de pe mijlocul distanței dintre punctele de intrare și de ieșire ale sondei din zăcământ, apoi, cu ajutorul metodei de interpolare liniară, se duc curbele cu aceeași grosime. Planul zăcământului în isogrosimi dă posibilitatea să se determine, pe calea interpolării, grosimea verticală în orice punct. Afară de aceasta ,după acest plan este ușor să se culculeze volumul zăcământului.

3. PLANUL ISOADANCIMILOR

Cu ajutorul metodei isoliniilor poate fi caracterizată adâncimea la care se află corpul de minereu în orice punct. Liniile cu aceeași adâncime se numesc „isoadâncimi", iar graficul însuși se numește „planul isoadâncimilor". Construirea lui se face la fel ca orice suprafață topografică, după o serie de puncte, în care este cunoscută adâncimea așezării zăcământului, direct din datele de explorare sau exploatare.

Planurile isoadâncimilor sunt absolut necesare la geometrizarea zăcămintelor substanțelor minerale utile, care se exploatează prin desvelire. După raportul dintre adâncimea la care se află zăcământul și grosimea zăcământului, care se determină după planurile de isoadâncimi și de isogrosimi, se stabilesc limitele exploatării executate prin desvelirea la zi. După planul de isoadâncimi se determină volumul lucrărilor de desvelire.

4. PLANUL ISOLINIILOR DE CONȚINUT IN COMPONENȚI UTILI SAU CU INFLUENȚE DAUNATOARE

Isolinia de conținut a componentului este linia care unește punctele valorilor numerice egale ale conținutului acestui component în unitatea de volum sau de greutate a minereului.

Planul isoliniilor conținutului unui component în masa zăcământului fiind totalitatea acestor isolinii, el va da imaginea distribuției componentului în zăcământ și va caracteriza media saturației minereului cu acest component, în puncte separate. Importanța cea mai mare o prezintă planurile isoliniilor componenților ,care determină conținutul exploatabil al minereului.

La întocmirea acestor planuri au loc două cazuri, care determină obiectivul planului.

La exploatarea simultană a zăcământului pe toată grosimea sa, obiectul reprezentării este conținutul mediu al componentului pe toată grosimea, în diferite puncte ale zăcământului.

La exploatarea zăcământului pe orizonturi (felii) separate, obiectul reprezentării este conținutul mediu al componentului, după grosimile fiecărui orizont (felii).

Afară de aceasta, planurile isoliniilor de conținut ale componentului pot să caracterizeze pe acesta din urmă, în planul secțiunii zăcământului. In acest caz, se caracterizează conținutul în diferite puncte ale unei secțiuni și distribuția sa în planul secțiunii zăcământului.

Cifrele conținuturilor folosite la construirea graficelor geometrice miniere de tipul dat, în funcție de metoda eșantionării, se obțin direct din procesul eșantionării sau ca numere ale construirii curbelor de variație a conținutului și a calculului valorilor medii, după datele eșantionării.

Dacă cifrele conținuturilor componentului caracterizează conținutul sau media lui pe toată grosimea zăcământului, sau a feliei, aceste cifre se raportează la centrul acelui sector, pentru care s'a obținut acel conținut mediu al componentului, iar pe planul isoliniilor, conținuturile menționate se raportează la proiecția centrelor sectoarelor eșantionate. La construcția planului isoliniilor de conținut, pentru secțiunea plană, pentru un orizont oarecare, de exemplu + 120, după datele lucrărilor de foraj, conținutul în punctele de intersecție a sondelor cu planul orizontului dat se referă la punctele de intersecție indicate. Astfel, pentru construirea planului este nevoie de cunoașterea conținutului componentului, din lucrări miniere. Pentru caracterizarea conținutului componentului util, din lucrări miniere separate și pentru obținerea conținutului mediu se întocmesc deobicei *curbele conținutului,* pentru fiecare lucrare minieră.

Pentru exemplificare se vor construi curba conținutului după o sondă și datele eșantionării. Fie datele eșantionării și ale analizei chimice, următoarele (tabela 19).

Tabela 19

Datele eșantionării sondelor

Nr curent	Intervalul dealungul sondei, *m*	Conținutul în interval, %	Nr. curent	Intervalul dealungul sondei, *m*	Conținutul în interval, %
1	40,00—45,64	2,92	4	59,71—66,05	2,30
2	45,64—51,57	2,47	5	66,05—70,17	3,37
3	51,57—59,71	3,43	6	70,17—72,42	3,43

Scanned with CamScanner

Se trasează pe hârtie dreapta *AB* la o scară aleasă, egală cu partea carotată a sondei (fig. 233). Se împarte această porţiune a sondei în secţiuni (pe intervale), după datele din tabelă. Pentru fiecare interval s'a obţinut, din eşantionare, conţinutul metalului (Cu) în procente şi el reprezintă media conţinutului pe acest interval. Deaceea, dacă se va construi pe fiecare interval al dreptei *AB*, ca bază, câte un dreptunghi, a cărui înălţime la scara aleasă (arătată în partea de jos a desenului) este egală cu conţinutul mediu al metalului pentru intervalul dat al sondei, dreptunghiurile astfel obţinute vor caracteriza conţinutul metalului pe sondă. In realitate, conţinutul variază încet; deaceea, folosind dreptunghiurile construite, se va duce la mijlocul laturilor celor din urmă o curbă, care va fi „curba conţinutului" pe sondă. Folosind această curbă se poate determina uşor conţinutul metalului în orice punct al sondei, cum şi conţinutul mediu pe întreaga lucrare minieră.

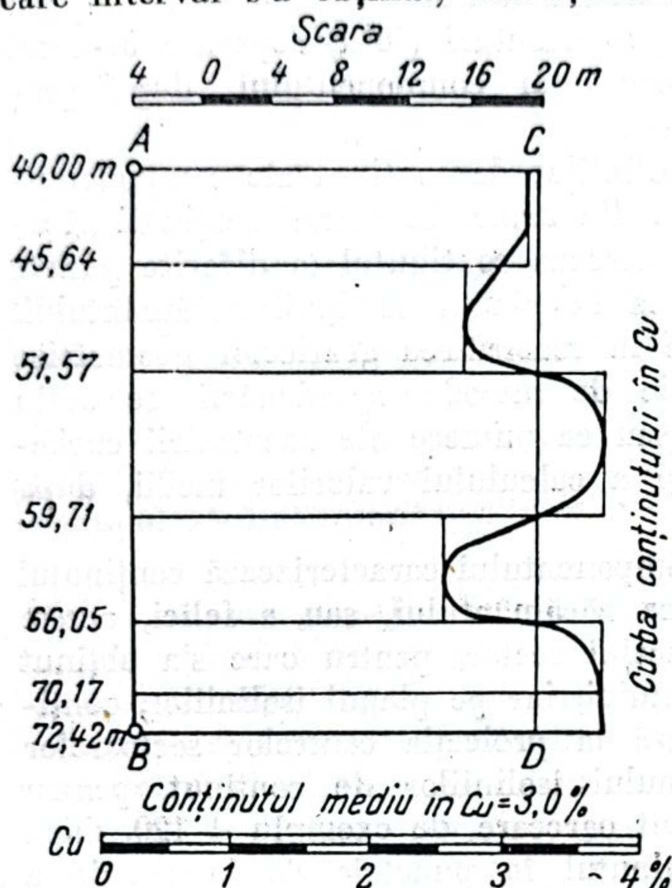


Fig. 233

Conţinutul metalului la orice orizont al sondei este egal cu ordonata corespunzătoare a „curbei conţinutului" şi conţinutul mediu este egal cu suprafaţa cuprinsă între dreapta *AB* şi curba conţinutului, împărţită la lungimea *AB*, ţinând seamă de scara graficului curbei de conţinut.

Construcţia curbei conţinutului după orice lucrare minieră de explorare şi de exploatare, la eşantionarea ei secţională, se va executa după cum s'a expus mai sus. Curba s'ar fi putut construi după ordonate, care exprimă, pentru orice interval, conţinutul mediu, raportat la mijlocul intervalului.

Dacă este nevoie, curba conţinutului se uniformizează în limitele admise, după cum este reprezentat în fig. 222. Metodele de construcţie a planului de isolinii: a conţinutului, ca şi a altor planuri de isolinii, rezultă din regulile şi condiţiile generale, expuse în capitolul precedent.

Scanned with CamScanner

5. PLANURILE ISOLINIILOR DE REZERVE LINIARE

Prin rezerve liniare ale minereului q și ale componentului util p, se înțelege cantitatea lor, exprimată în greutate raportată la unitatea de suprafață a zăcământului, adică greutatea minereului sau a metalului din prisma cu înălțimea egală cu grosimea zăcământului (sau a fâșiei) și cu baza egală cu 1 m².

Mărimile p și q în greutate pot fi calculate din expresia:

$$q = mR \tag{6.4}$$

$$p = \frac{mRc}{100} = \frac{q \cdot c}{100}, \tag{6.5}$$

în care m este grosimea zăcământului (sau a feliei), în m;
R — greutatea volumetrică a minereului;
c — conținutul componentului util, în %.

In cazul când c este exprimat în unități de greutate la o tonă de minereu:

$$v = mRc = q \cdot c. \tag{6.6}$$

Pentru c exprimat în greutăți de greutate pentru 1 m³ de minereu:

$$p = m \cdot c. \tag{6.7}$$

Rezerva liniară în cazul zăcămintelor carbonifere se numește *„productivitatea stratului"* și caracterizează greutatea în tone a cărbunelui pentru 1 m² de suprafață de strat.

Mărimea p la zăcăminte aurifere aluvionale se numește conținut de aur pentru o suprafață. La zăcămintele de fosforite, p se numește *„productivitatea zăcământului"*.

Stabilind pe p și q în diferite puncte ale zăcământului, și folosindu-le, se poate construi linia valorilor egale pentru p și q. Totalitatea acestui fel de isolinii va da planul isoliniilor de rezerve liniare ale minereului sau ale componentului util al zăcământului.

Pentru lucrările de explorare verticale, rezervele liniare se calculează direct după datele din jurnalele de foraj și de carotaj. La explorarea prin lucrări miniere înclinate, mărimile m și c, necesare calculului rezervelor liniare, se găsesc din secțiuni și după curbele conținutului.

Deoarece în expresia mărimilor p și q intră și grosimea zăcământului, conturul exterior al zăcământului în planul rezervelor liniare se va reprezenta cu isolinia nulă.

Planurile isoliniilor rezervelor liniare redau o imagine sugestivă a distribuției rezervelor de minereu și a componentului util, în limitele zăcământului. Ele sunt necesare planificării extracției de minereu și calculării rezervelor.

Scanned with CamScanner

Afară de planurile principale de structură şi de calitate enumerate, se mai folosesc alte multe grafice geometrice miniere. Nu este nevoie să se insiste asupra acestora.

O utilizare justă a condiţiilor generale, expuse mai sus, va asigura o alegere justă a metodelor şi a mijloacelor, în rezolvarea geometrică a oricărei alte probleme puse.

§ 4 CÂTEVA EXEMPLE DE GEOMETRIZARE A ZĂCĂMINTELOR DE SUBSTANŢE MINERALE UTILE

In practica lucrărilor serviciului geologic dela întreprinderile miniere s'au stabilit condiţiile pentru complexul planurilor de structură şi de calitate şi pentru folosirea lor. Pentru ilustrare se dau o serie de exemple.

1. ZĂCĂMINTE DE CĂRBUNI CU GROSIMEA UNIFORMĂ

Caracteristica condiţiilor geologice ale acestui tip de zăcăminte este dată în capitolul „Dislocări". Condiţiile avantajoase pentru cartarea geologică sunt particularităţile structurii în secţiuni, cu caracterul deschis al suprafeţei.

Aşezarea rocelor şi a stratelor de cărbuni din adâncime se manifestă la suprafaţă prin aflorimente. Deaceea, documentarea acestor aflorimente de roce constitue punctul esenţial de plecare, pentru geometrizarea zăcământului.

Nu întâmplător s'a executat o ridicare geologică instrumentală, la scară mare (1:5 000), pe suprafeţele extinse ale bazinului Doneţ. Se trec pe hartă, detaliat şi cu precizia necesară, aflorimentele rocelor (iviri de calcare şi gresii) şi ale stratelor de cărbune.

Metoda instrumentală de cartare, cum şi scara 1:5 000, asigură o asemenea precizie a hărţii stratigrafice, încât, pe această hartă şi în condiţiile zăcămintelor carbonifere, se pot corela cu precizie punctele dela suprafaţă cu cele subterane, pentru rezolvarea problemelor geometrice. Harta stratigrafică astfel întocmită este folosită foarte mult în lucrările de explorare şi de exploatare. De exemplu, această hartă este absolut necesară întocmirii planurilor hipsometrice ale stratelor, folosite la calculul rezervelor şi la proiectarea lucrărilor miniere. Cu ajutorul ei este mai uşor şi mai sigur să se întocmească harta dislocărilor din diverse sectoare ale zăcământului. Harta stratigrafică este necesară şi organizării lucrărilor de explorare, de exemplu amplasării sondelor, spre orizonturile de adâncime. Folosind harta stratigrafică, sondele se pot fora cu carotare limitată şi, în acest caz, sonda se sapă pe sute de metri adâncime fără carotare şi numai acolo,

Scanned with CamScanner

unde se presupune o întâlnire cu straturile de cărbune, se scot carote. Afară de aceasta, este foarte important ca sondele, care costă scump, să fie amplasate în locurile unde pot traversa stratul în condiţii normale, adică nederanjate prin dislocări, dar aceasta se poate face cu siguranţă, numai dacă se foloseşte harta stratigrafică. Pentru stratele care-şi păstrează grosimea normală pe distanţe mari, adică cu păstrarea paralelismului de sedimentare a rocelor, aflorimentele lor vor da o imagine a condiţiilor în care se află zăcământul în adâncime, ceeace este absolut necesar proiectării lucrărilor miniere la diferite orizonturi.

Prin cele arătate nu se epuizează importanţa hărţii stratigrafice pentru minerit şi pentru serviciul geologic de explorare, dar aceasta este destul pentru a aprecia necesitatea ei. Astfel, harta stratigrafică reprezintă planul structural iniţial al zăcământului.

Harta la scară mare, cu documentare asupra lucrărilor miniere de explorare şi de exploatare, serveşte ca bază pentru întocmirea planurilor structurale pentru adâncime.

In condiţiile direcţiei constante şi a grosimii uniforme a stratelor de cărbuni, cum şi în condiţiile de zăcământ, adesea complicate prin dislocări, din toate planurile structurale, cele mai necesare sunt planurile hipsometrice ale stratelor separate şi ale dislocărilor sectorului dat. In adevăr, prin astfel de planuri structurale, forma zăcământului se determină destul de clar. Fig. 234 reprezintă planul hipsometric, la aceeaşi scară cu harta stratigrafică, a stratului „Rau m_3", pentru sectorul minei nr. 3-3 bis. Metodele construirii unui asemenea plan au fost analizate mai sus. Planul hipsometric al stratului (fig. 234) s'a executat după secţiuni verticale. Cu ajutorul hărţii stratigrafice cu coloana normală a rocelor sectorului dat şi prin deschiderile depunerilor carbonifere prin sonde, puţuri şi transversale, s'au construit secţiunile de ansamblu verticale. Numărul lor a fost determinat de necesitatea folosirii cât mai complecte a materialului, care există pentru stabilirea reliefului stratelor. Faţă de consideraţiile expuse, secţiunile trebue făcute, pe cât este posibil, transversal pe strate. Ca ilustrare, în fig. 235 este reprezentată una dintre secţiunile verticale de ansamblu. In planul secţiunilor verticale se determină punctele ce se găsesc pe stratul m_3 (cum şi pe alte strate). Totodată, se determină punctele (şi cotele lor) de deschidere naturală şi artificială ale stratului, cum şi punctele care au ca cotă multiplii secţiunii alese a curbelor de nivel.

Punctele cu cotele lor de pe fiecare plan al secţiunii verticale se proiectează pe direcţia secţiunii şi se transpun pe plan, după care, pe calea obişnuită, se reprezintă suprafaţa acoperişului fiecărui strat (fig. 234) adică liniile cu aceeaşi înălţime (plan hipsometric). Planul hipsometric al stratului m_3 este construit până la orizontul 400.

Scanned with CamScanner

Construirea reliefului stratelor trebue începută dela sectoarele mai bine cunoscute.

La construirea planurilor topografice ale suprafeţei terestre, desenarea reliefului se începe, totdeauna, dela elementele cele mai caracteristice ale suprafeţei. Construcţia hipsometriei stratului se

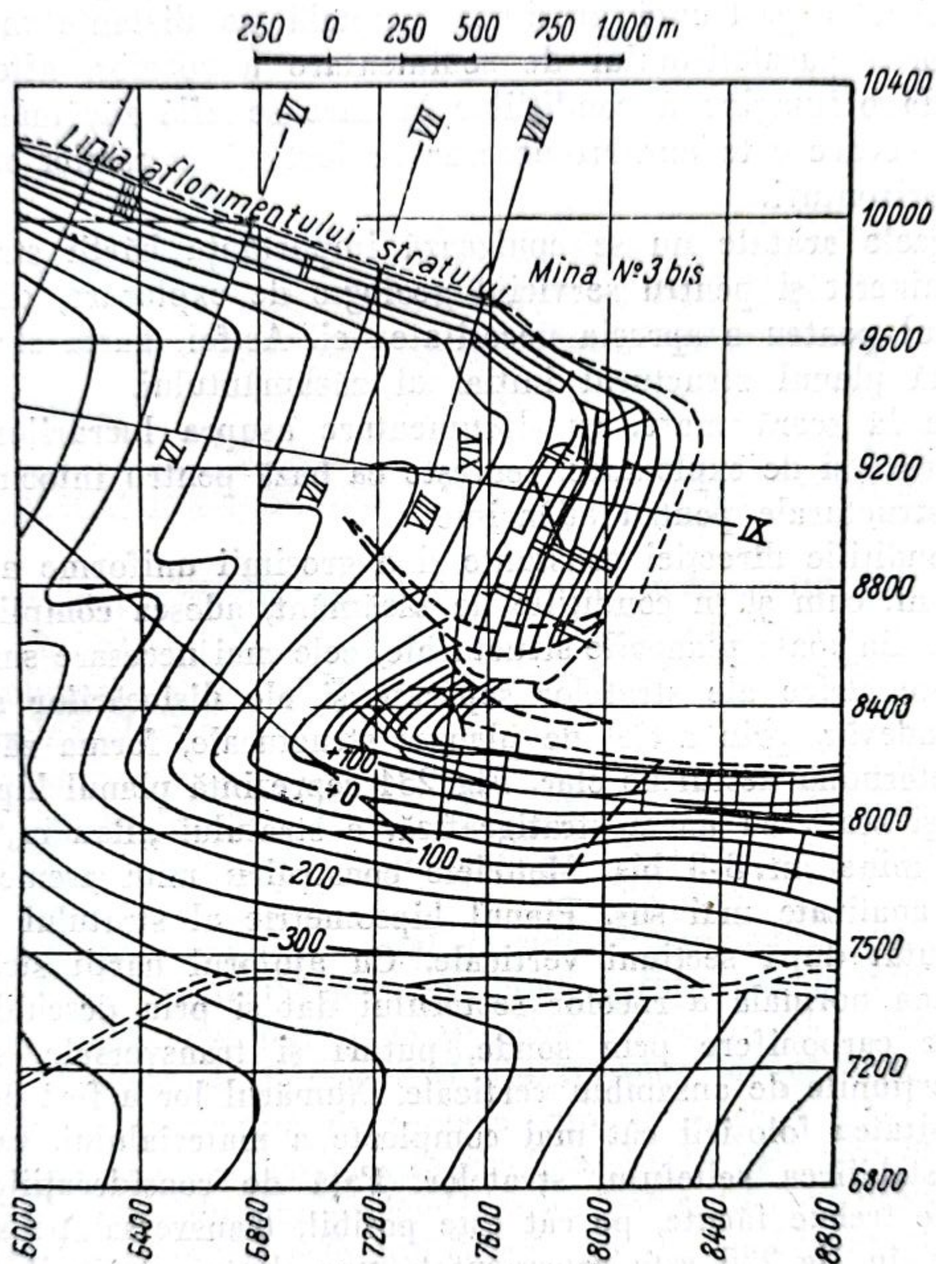


Fig. 234

începe dela sectoare mai clare şi mai studiate. Asemenea sectoare sunt părţile exploatate ale stratului. După desenarea acestor sectoare, se construesc sectoarele adiacente lor, care sunt aşezate la o adâncime mai mare. In cazul când lipsesc lucrările miniere pe strat, construcţia reliefului se face de sus, dela calcare, ridicate cu ajutorul instrumentelor.

In prezenţa mai multor strate, se construeşte mai întâi planul hipsometric al stratului exploatat sau al aceluia care se află în ex-

Scanned with CamScanner

Secțiune I–I

Scara

50 0 50 100 150 200 250 300

Sonda 312

Sonda 95

Fig. 235

Scanned with CamScanner

ploatare şi apoi al celorlalte strate. Pentru aceasta se foloseşte constanţa grosimilor normale, sau caracterul variaţiei lor.

După datele de plecare indicate, după aceeaşi metodă, se construesc planele hipsometrice ale dislocărilor. Pentru uşurarea conjugării lor cu planurile stratelor, secţiunea curbelor de nivel se alege aceeaşi, ca la construirea reliefului stratelor.

Pentru determinarea liniei de intersecţie a stratului cu dislocarea (falia) este destul să se suprapună planul hipsometric al stratului, peste planul hipsometric al dislocării. Linia care uneşte punctele de intersecţie ale curbelor cu aceeaşi cotă a suprafeţei stratului şi a suprafeţei dislocării, va fi linia de intersecţie căutată.

Astfel, planurile hipsometrice ale stratelor şi ale dislocărilor reprezintă materialul de bază, care caracterizează condiţiile de aşezare a zăcământului.

Folosind planurile arătate, este uşor să se construiască secţiunea orizontală a zăcământului pentru orice orizont. Pentru aceasta, este destul să se copieze pe hârtie de calc isohipsele unui plan, care au cota egală cu cota orizontului, pentru care se întocmeşte secţiunea. Totalitatea lor va da secţiunea zăcământului, pentru orizontul dat.

Pe hărţile geologice, aflorimentele stratelor sunt reprezentate, uneori, fără considerarea grosimii aluviunilor. In asemenea cazuri, la construirea planurilor reliefului subteran, această împrejurare trebue să fie luată în consideraţie.

Dacă grosimea stratelor de cărbune variază foarte mult, pentru caracteristica zăcământului se întocmesc planurile stratelor cu liniile grosimilor egale. Dacă grosimile au o variaţie lentă nu mai este nevoie să se întocmească asemenea planuri. Pentru zăcămintele carbonifere, în condiţiile variaţiei mari a rocelor din acoperiş, este important să se întocmească planul litologic al rocelor din acoperiş. La schimbarea rocelor din acoperiş, la locul contactului, stabilitatea acoperişului este slăbită. Este important să se cunoască din timp prezenţa acestor locuri, pentru a putea schimba metoda de dirijare a acoperişului, cu ajutorul planului litologic al rocelor din acoperiş. In multe cazuri, acest plan poate fi trasat pe hărţile topografice miniere de bază.

2. GEOMETRIZAREA ZACAMANTULUI CUPRIFER

Corpul principal de minereu al zăcământului este o lentilă alungită pe direcţia meridianului. In urma lucrărilor de explorare, a fost deschis prin lucrări miniere, numeroase. Toate lucrările miniere sunt numerotate cu îngrijire. Fig. 236 şi 237 reprezintă un exemplu al acestei documentaţii iniţiale.

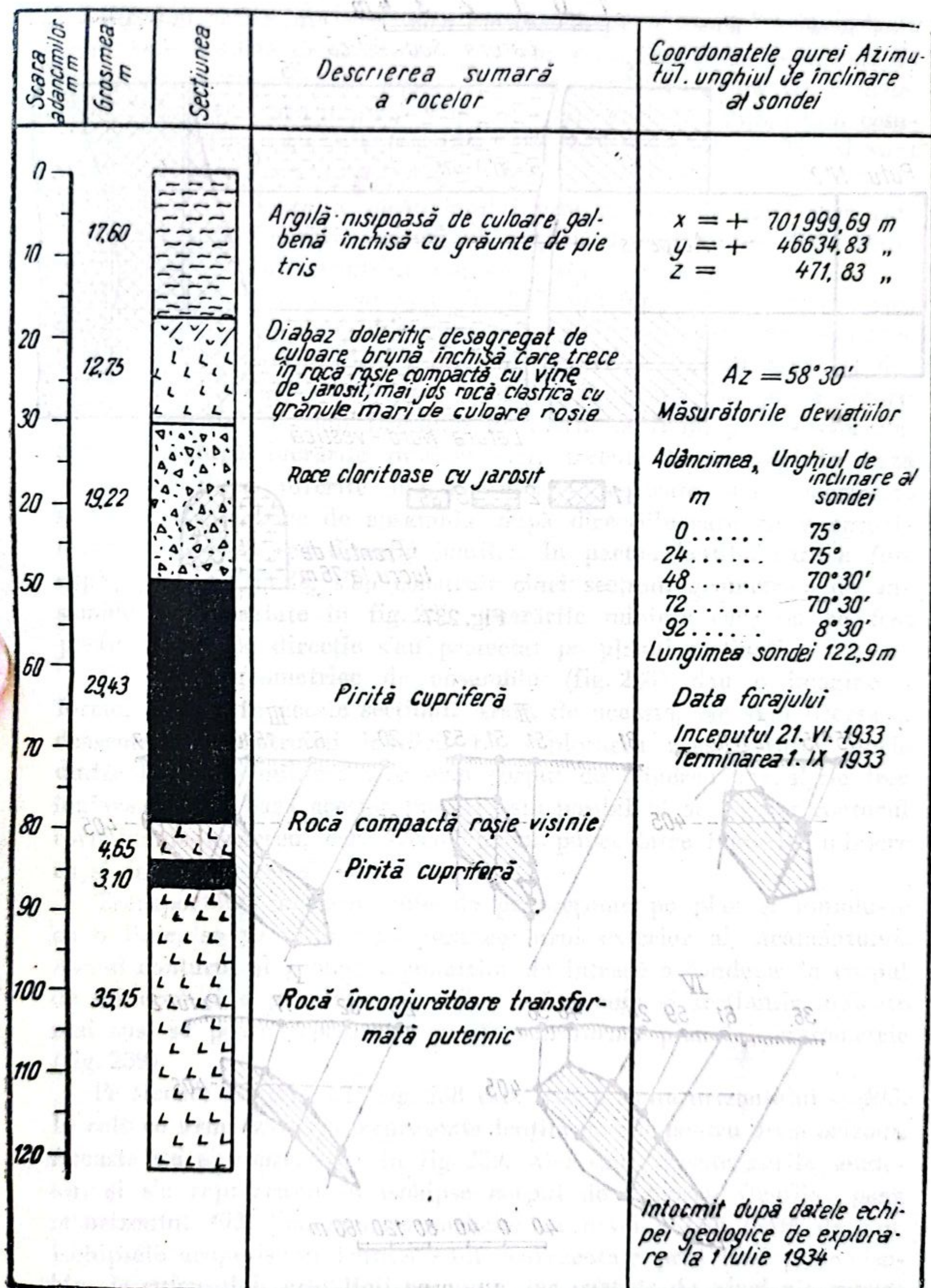


Fig. 236

Scanned with CamScanner

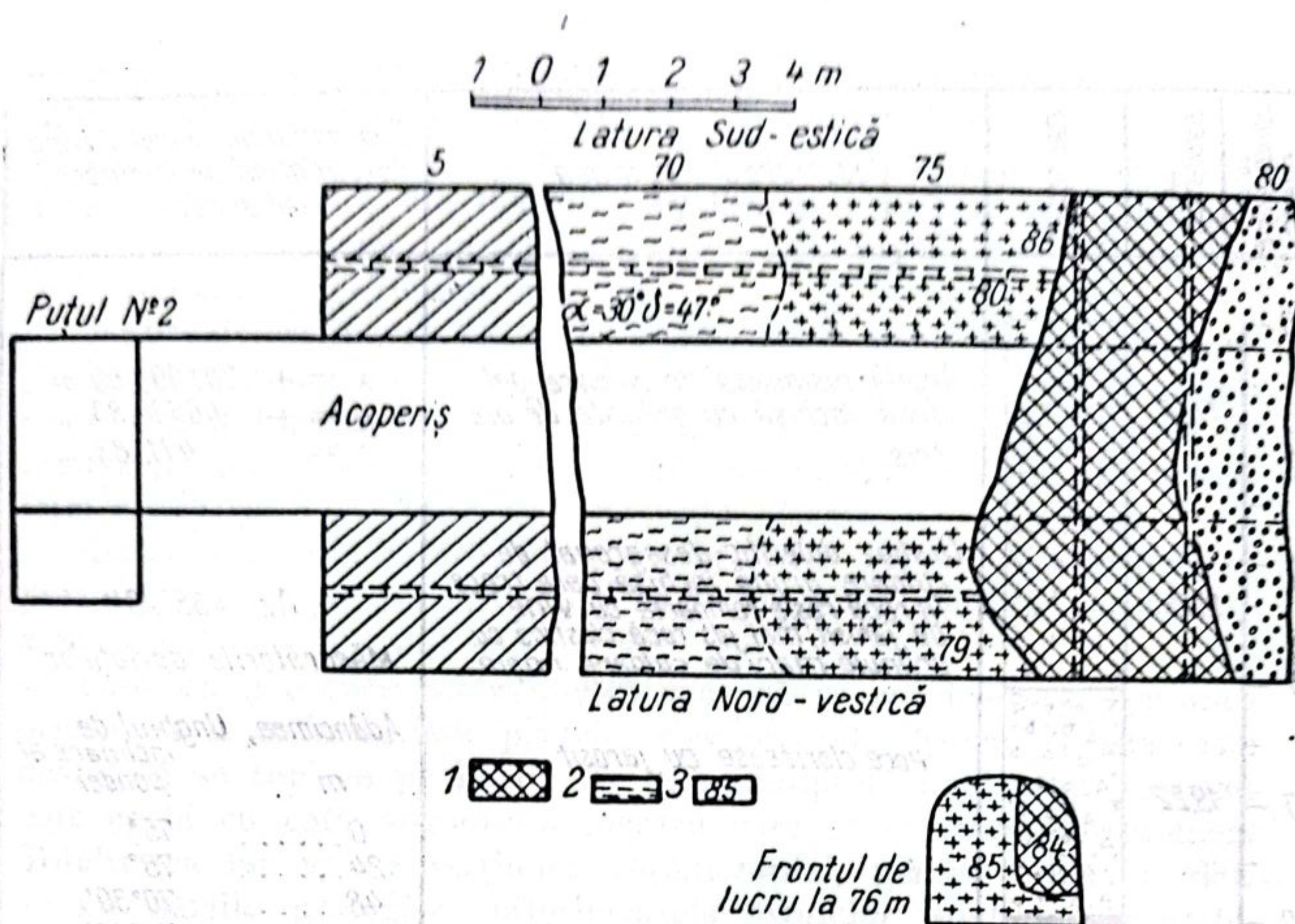


Fig. 237

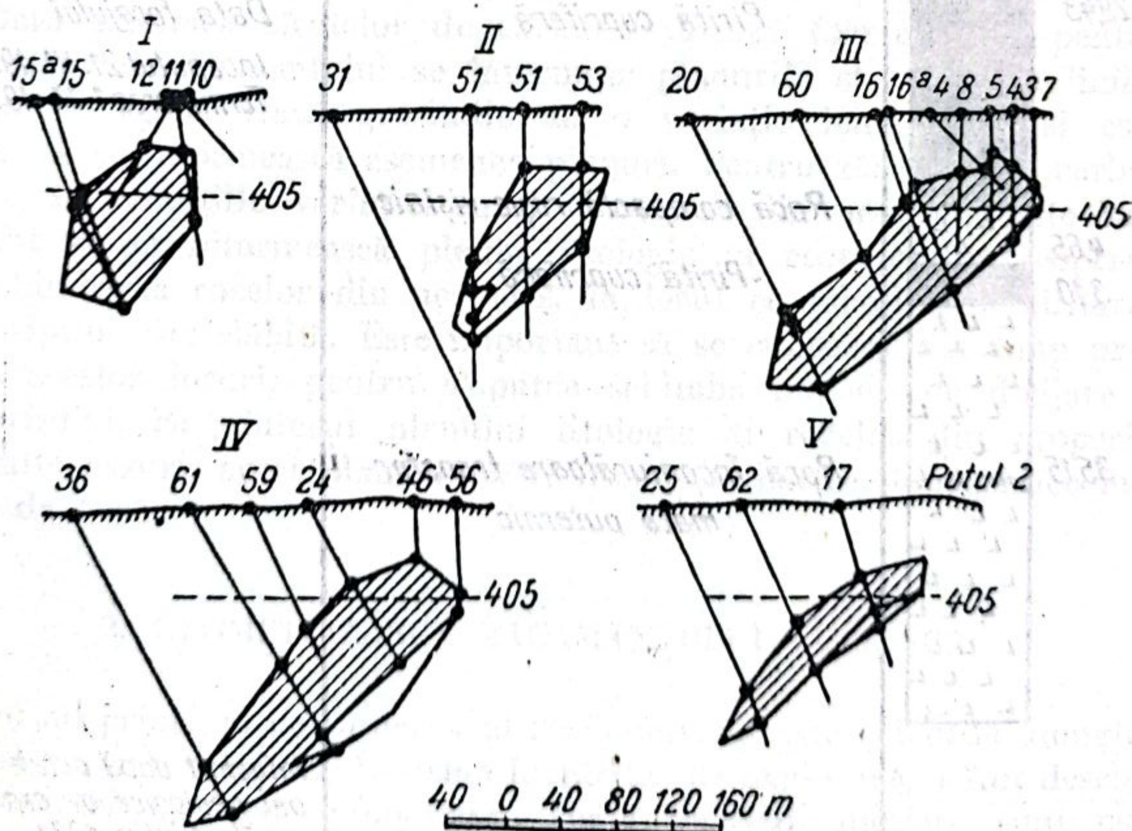


Fig. 238

Scanned with CamScanner

Fig. 236 reprezintă secţiunea rocelor după o sondă. Această secţiune este însoţită de o descriere scurtă a rocelor şi de date, care se referă la caracteristicele geometrice ale sondelor. Afară de aceasta, după fiecare lucrare minieră sunt întocmite curbele conţinutului componenţilor utili, care sunt reprezentate ca în fig. 232 şi 233 şi sunt trecute, deasemenea, în catalog.

Partea superioară a zăcământului este pălăria de fier, care este explorată prin şanţuri, suitori şi puţuri. La orizontul 405, zăcământul este deschis printr'un puţ cu o transversală.

Documentarea este arătată în fig. 237, sub forma desfăşurată. Afară de roce, pe figură sunt reprezentate brazdele de eşantionare şi punctele de luare a probelor. In locurile caracteristice s'au executat desenele frontului de lucru; de exemplu, în partea de jos a figurii este reprezentat desenul frontului de lucru, la 76 m, pe transversală. Secţiunile după lucrările miniere sunt trecute în catalog. In baza secţiunilor după diferite lucrări miniere separate, sunt construite secţiunile geometrice de ansamblu, după direcţiile care merg aproximativ transversal pe direcţia lentilei. In partea lentilei care a fost explorată prin sonde, s'au construit cinci secţiuni geometrice de ansamblu, reprezentate în fig. 238. Lucrările miniere care nu au fost plasate exact pe direcţie s'au proiectat pe planul secţiunii.

Secţiunile geometrice de ansamblu (fig. 238) dau o imagine a formei lentilei în aceste secţiuni. Afară de aceasta, ele sunt necesare, deasemenea, construirii lentilei. La explorarea zăcământului, unele dintre lucrările miniere trec prin corpul de minereu, iar altele trec înafara lui. Pe baza acestor lucrări este posibil să se traseze conturul corpului de minereu, care trece într'un punct între lucrările miniere cu şi fără minereu.

Transportând punctele nule de pe secţiune pe plan şi unindu-le cu o linie, se va obţine pe plan conturul exterior al zăcământului. Având conturul şi proiecţia punctelor de intrare a sondelor în corpul de minereu şi a punctelor de ieşire a lor, cum şi secţiunile indicate mai sus, se poate reprezenta lentila sub forma planului hipsometric (fig. 239).

Pe fiecare secţiune din fig. 238 este trasată linia orizontului $+$*405*. In cele ce urmează se va reprezenta lentila numai pentru acest orizont. Aceasta s'a şi reprezentat în fig. 239. Aici sunt trasate gurile sondelor, şi s'a reprezentat în isohipse corpul de minereu (lentila) până la orizontul *405*. Echidistanţa curbelor de nivel a fost luată de 5 m. Isohipsele acoperişului lentilei sunt reprezentate prin linii pline, isohipsele culcuşului, prin linii punctate, iar curbele de nivel ale suprafeţei terestre, tot prin linii punctate.

Planul astfel construit dă o imagine spaţială a formei corpului de minereu şi, prin aceasta, uşurează, la proiectare, alegerea metodei de deschidere, pregătirea zăcământului pentru exploatare şi alegerea metodei de exploatare.

Pornind dela cantitatea datelor iniţiale, dela precizia lor, cum şi dela condiţiile de proiectare, echidistanţa curbelor de nivel, de 10 m, şi trasarea curbelor de nivel intermediare în locurile caracteristice, în cazul dat, pot fi socotite ca suficiente.

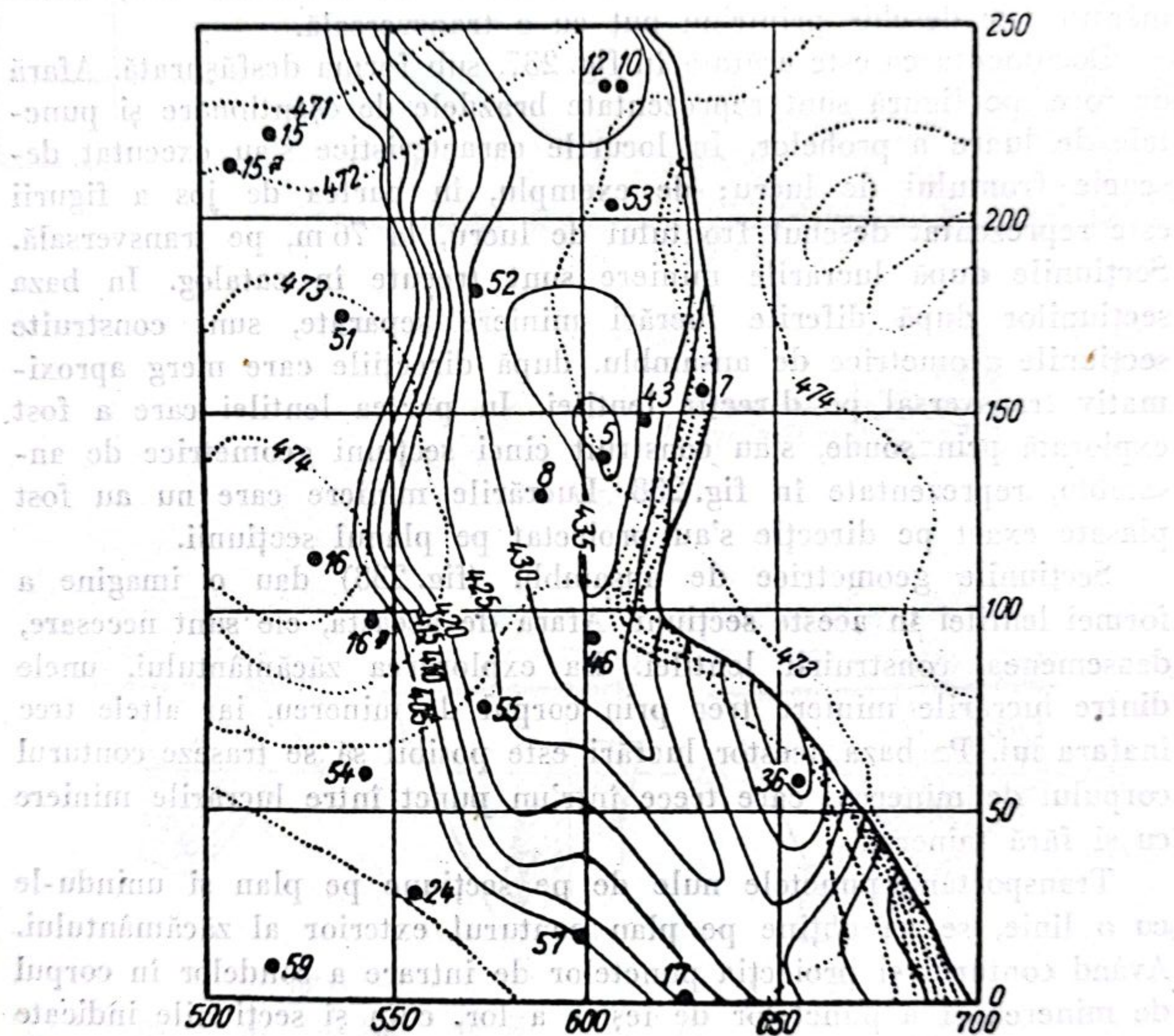


Fig. 239

In fig. 240, aceeaşi parte a lentilei (până la orizontul 405 m) este reprezentată sub forma corpului proiectat, adică prin planul isogrosimilor, cu echidistanţa curbelor de nivel de 10 m. Obiectivul acestui plan este clar şi fără alte explicaţii.

Graficul care caracterizează conţinutul şi distribuirea componentului util în limitele lentilei arătate este reprezentat în unităţi convenţionale, prin planul de isolinii al conţinutului de cupru (fig. 241). Echidistanţa isoliniilor este luată aici de 0,5 din unitate.

Scanned with CamScanner

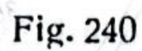


Fig. 240

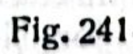


Fig. 241

Scanned with CamScanner

3. GEOMETRIZAREA ZĂCĂMINTELOR ALUVIONARE (POLIGOANELE DE DRAGARE)

In acest caz, ca bază pentru întocmirea graficelor geometrice miniere, servește documentarea inițială a lucrărilor de explorare. Operația intermediară este întocmirea secțiunilor de ansamblu și a curbelor conținutului, după direcțiile de explorare.

Fig. 242

Pentru ușurința lucrului cu materiale, unele date ale explorării sunt concentrate într'un singur loc și sunt reprezentate sub formă de grafic, numit foaia explorării. Fig. 242 reprezintă harta unei ase-

Scanned with CamScanner

menea foi de explorare, care se întocmeşte, la explorarea premergătoare, la scara 1 : 5 000, iar la explorarea de detaliu, la scara 1 : 2 000. In ambele cazuri, principiul de întocmire este identic.

Cuprinsul foii de explorare la scara 1 : 2 000 este: reţeaua de reper, elementele de bază ale situaţiei, şi reţeua de explorare. Lângă fiecare lucrare minieră de explorare, pe lângă numărul ei, se notează: adâncimea lucrării (în stânga), conţinutul componentului util (în dreapta) şi cota gurii lucrării miniere (jos). Adâncimea lucrării miniere se scrie cu tuş albastru, conţinutul, cu roşu (pe fig. 242, 244 şi 245, conţinutul este dat în unităţi convenţionale), restul, cu tuş negru.

Pe foile de explorare la scara 1 : 5 000 se scrie numai numărul direcţiei şi numărul lucrării miniere. Alte informaţii cu privire la lucrările de explorare se notează pe locurile libere ale foii de explorare.

Scara celorlalte grafice geometrice miniere se determină prin gradul de detaliere al explorării.

La geometrizarea oricărui zăcământ, o mare importanţă prezintă planul isoliniilor culcuşului zăcământului. Aplicabil la zăcămintele de aluviuni, el este reprezentat prin graficul patului zăcământului sau prin baza lui. Acest grafic dă o imagine despre suprafaţa topografică a bazei zăcământului. La exploatarea zăcământului de aluviune prin dragare, o importanţă mare are cunoaşterea adâncimii de dragare în fiecare punct, în care scop se întocmeşte planul patului zăcământului de aluviune.

Cotele pentru trasarea acestei suprafeţe se găsesc din expresia

$$H_r = H_g - h, \qquad (6.8)$$

în care H_r este cota tălpii zăcământului;

H_g — cota gurii lucrării de explorare;

h — adâncimea lucrării de explorare până la talpa zăcământului de aluviune.

Construcţia planului de isolinii al patului zăcământului de aluviune se execută în conformitate strictă cu structura geologică a bazei zăcământului de aluviune.

Diferenţierile petrografice şi starea fizică a rocelor (clivaj, fisurare şi alţi indici) determină caracterul depunerii şi al concentrării componentului util. Cele arătate prezintă importanţă prin faptul că, componentul util, având o greutate specifică mare, se concentrează mai mult pe lângă baza zăcământului.

La exploatarea zăcămintelor de aluviune cu drage este important să se cunoască volumul depunerilor care conţin metalul supus ex-

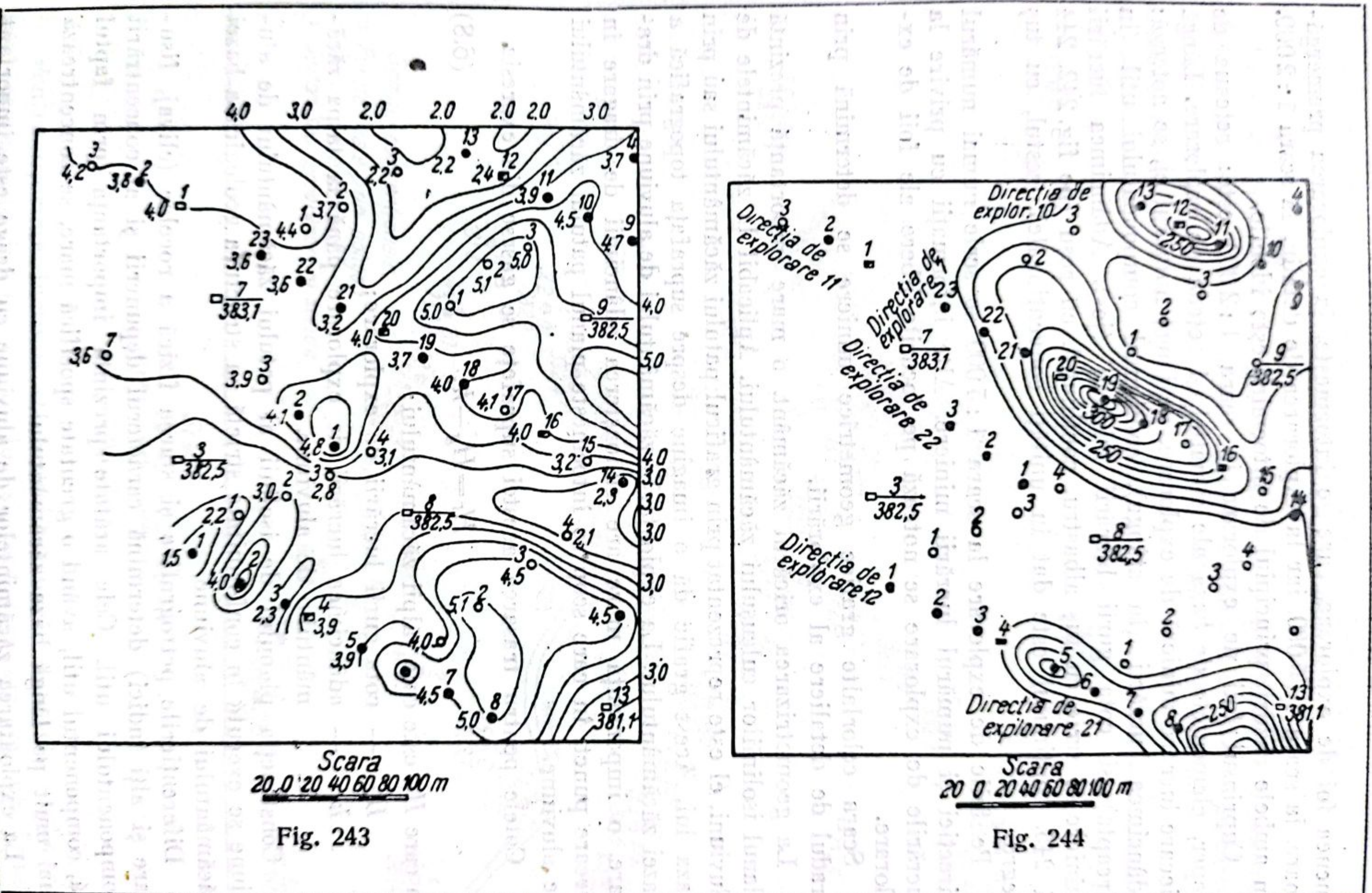


Fig. 243

Fig. 244

Scanned with CamScanner

tragerii şi distribuţia lui în limitele zăcământului de aluviuni. Aici, împărţirea grosimii depunerii în turbe şi nisipuri n'are rost şi deaceea, adâncimea de exploatare, stabilită prin lucrările de explorare, este cota pentru trasarea planului isogrosimilor depunerilor, care conţin metalul. Un astfel de plan pentru sectorul fig. 242 este reprezentat în fig. 243.

In prezenţa bazinelor de apă sau a haldelor pe locurile cu lucrări miniere de explorare, adâncimea de exploatare, în acest punct, variază corespunzător. In primul caz, se micşorează în funcţie de adâncimea bazinului cu apă, iar în al doilea caz, se măreşte în funcţie de înălţimea haldei. Extinderea cotelor modificate nu depăşeşte limitele conturului haldei sau a bazinului de apă. Echidistanţa pentru curbele de nivel la scara 1:2000, se ia, deobicei, de 0,5 m şi pentru scara de 1:5000, de 1,0 m.

Graficul sau planul conţinutului volumetric al metalului dă o imagine a conţinutului mediu în metal, pentru un metru cub de depunere. Datele iniţiale pentru construirea isoliniilor acestui grafic sunt valorile conţinutului mediu după fiecare lucrare de explorare. Valorile conţinutului mediu se obţin prin calculul analitic, după datele de eşantionare, sau după curbele conţinutului fiecărei lucrări miniere.

Graficul care caracterizează distribuţia conţinutului în zăcământul de aluviune se construeşte cu ajutorul profilelor, care reprezintă curbele conţinutului metalului, după direcţiile de explorare. Dacă este nevoie, curbele conţinutului se uniformizează în limitele admisibile. Planul conţinutului volumetric al metalului, pentru sectorul arătat mai sus, este reprezentat în fig. 244. Acest plan, împreună cu planul isogrosimilor, permite determinarea conturului exploatabil al poligonului de dragare. Construcţia lui se bazează pe rentabilitatea exploatării şi a adâncimii minime de dragare. Rezultă că construirea limitelor se poate face prin suprapunerea a două grafice: planul isogrosimilor depunerilor, care conţin metal şi planul isoliniilor, cu conţinut volumetric în metal. Intersecţia isoliniilor acestor două grafice, acceptate ca iniţiale (adâncimea minimă de dragare şi conţinutul volumetric minim exploatabil), dă o serie de puncte, a căror totalitate determină limita conturului exploatabil al poligonului de dragare. Precizarea limitei se face prin calculele economice şi prin clasificarea posibilităţilor de exploatare a sectoarelor separate.

Imaginea de distribuţie a masei metalului pe suprafaţa zăcământului de aluviune dă planul conţinutului de suprafaţă (fig. 245), care este planul isoliniilor rezervelor liniare ale componentului util. Acest plan este necesar, mai ales în calculul rezervelor de metal.

Scanned with CamScanner

Ca date iniţiale pentru întocmirea acestui grafic se folosesc valorile numerice, obţinute din produsul conţinutului mediu de metal în lucrarea minieră, înmulţit cu adâncimea ei de exploatare. Pentru aceasta, s'ar putea înmulţi două suprafeţe topografice, planul isogrosimilor şi planul de isolinii al conţinutului volumetric în metal şi

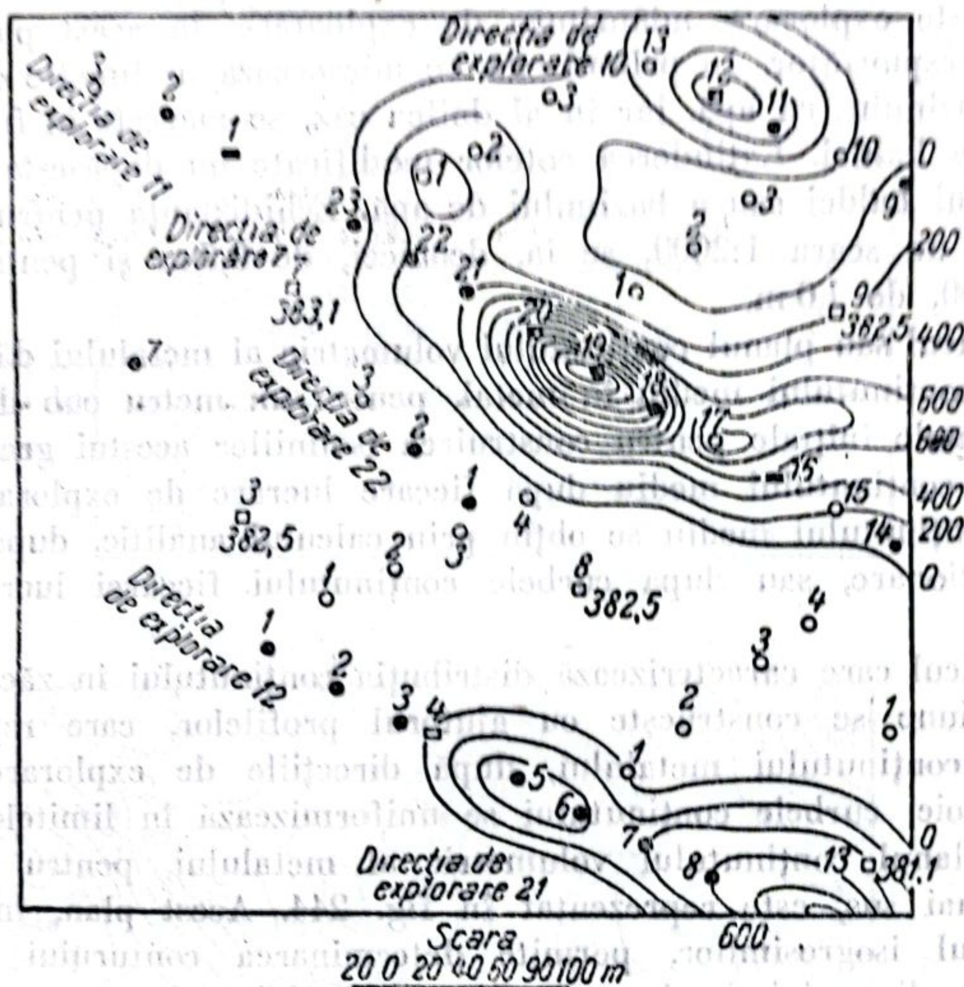


Fig. 245

se obţine o suprafaţă rezultantă, adică planul isoliniilor de conţinut de suprafaţă. In cazul dat, nu trebue să ne îndepărtăm dela valorile obţinute real din lucrările de explorare. Deaceea, produsele indicate trebue să fie luate după lucrările miniere şi folosindu-le să se construiască mai departe curba rezervelor liniare, după direcţia de exploatare. Cea din urmă, se uniformizează după necesitate şi se foloseşte pentru construirea suprafeţei topografice căutate.

Suprapunând planul isoliniilor conţinutului de suprafeţe peste planul isoliniilor bazei zăcămintelor de aluviune, se pot obţine indicaţii preţioase, cu privire la caracterul depunerii şi al concentraţiei metalului în zăcământul de aluviune.

§ 5. FOLOSIREA GRAFICELOR DE GEOMETRIE MINIERĂ IN PROCESUL DE EXPLORARE

Mai sus s'a subliniat valoarea operativă a informaţiilor obţinute în legătură cu zăcămintele în explorarea succesivă.

Organizarea justă a lucrărilor de explorare, la orice zăcământ, presupune folosirea tuturor datelor deja existente, cum şi a celor obţinute ulterior, în procesul explorării zăcământului, privind direcţia şi înclinarea sa. Pentru aceasta, rezultatele explorării trebue să fie continuu interpretate geometric, pentru a dirija mai judicios lucrările ulterioare.

Imaginea în spaţiu, măcar aproximativă, a condiţiilor de zăcământ la fiecare fază a lucrării, micşorează posibilitatea trasării unor lucrări miniere de explorare, care nu pot fi folosite cu eficacitate în viitor.

Distribuţia lucrărilor miniere de explorare în sectorul cercetat se determină de două direcţii. Prima este direcţia aflorimentelor zăcământului, care este limita naturală de existenţă a zăcământului, dela care n'are sens să se execute lucrările de explorare, iar a doua este direcţia care uneşte punctele de adâncime maximă, la care se află zăcământul şi până la care se pot face lucrările de explorare, cu mijloacele tehnice care sunt la îndemână. Astfel, direcţiile arătate sunt elementele geometrice, care determină limitele lucrărilor de explorare.

Prin urmare, întocmirea şi folosirea la timpul potrivit a planurilor structurale în procesul de explorare este absolut necesară.

Pentru evidenţierea celor de mai sus se va examina un exemplu din lucrarea prof. P. K. Sobolevski (38).

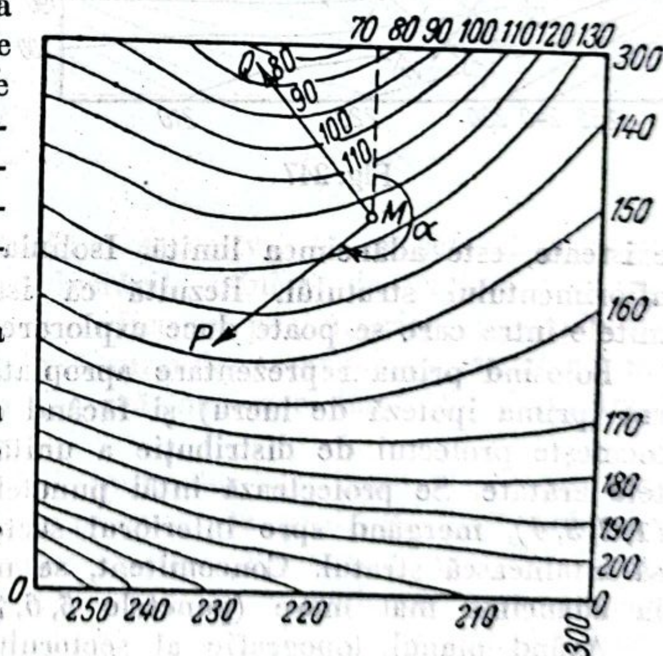


Fig. 246

Fie în fig. 246 un plan topografic al sectorului, în care stratul de substanţă minerală utilă aflorează în punctul *M*. In acest punct *M* s'a determinat direcţia stratului *MP* şi înclinarea sa *MQ*. Aceasta dă posibilitatea să se facă prima presupunere apropiată despre forma stratului şi anume că el se prezintă ca o suprafaţă plană.

Astfel, există la dispoziție planul stratului și suprafața topografică terestră a sectorului. Se construește planul stratului în isohipse. Pentru aceasta, există elementele de înclinare și de direcție ale planului stratului (α și δ), măsurate în punctul *M* și se construesc isohipsele *80, 90...180* (fig. 247). Isohipsele sunt drepte paralele. Dreapta *RQ* este linia de pantă a stratului. Aceasta va fi așa numita primă ipoteză de lucru, asupra poziției stratului explorat. Folosind această ipoteză și harta topografică a sectorului, se construește suprafața topografică, ce caracterizează adâncimile așezării stratului.

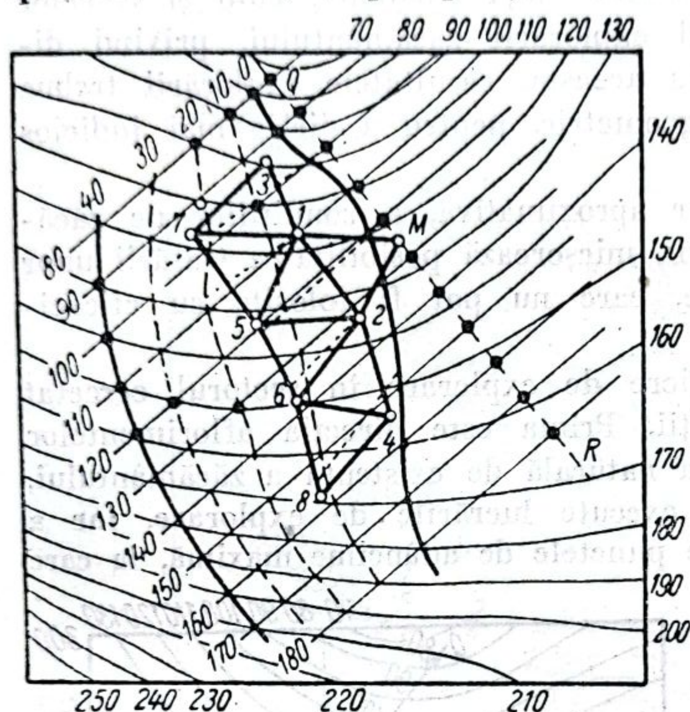


Fig. 247

Pentru aceasta se determină diferențele cotelor în punctele de intersecții ale isohipselor stratului cu curbele de nivel ale terenului (fig. 247), și punctele de diferențe egale se unesc prin linii curbe. Se obțin liniile cu aceeași adâncime sau isoadâncimile *0, 10, 20, 30, 40*.

Fie adâncimea egală cu 40 de unități, care, pentru condițiile tehnice existente, este adâncimea limită. Isolinia cu valoarea zero este linia aflorimentului stratului. Rezultă că isoadâncimile *0—40* sunt limitele între care se poate duce explorarea stratului.

Folosind prima reprezentare apropiată a poziției stratului explorat (prima ipoteză de lucru) și făcând construcțiile necesare, se întocmește proiectul de distribuție a unităților de explorare, în limitele arătate. Se proiectează întâi punctele pe direcția aflorimentelor *(1, 2, 3, 4)*, mergând spre interiorul sectorului astfel, încât lucrările să întâlnească stratul. Concomitent, se marchează o serie de puncte la adâncime mai mare (punctele *5, 6, 7, 8)*.

Având planul topografic al sectorului explorat, planul stratului de isohipse și planul sectorului în isoadâncimi, se pot calcula, în prealabil, adâncimile unităților de explorare, sau se determină coordonatele punctelor de intersecție cu stratul.

Deoarece calculele premergătoare au fost făcute în ipoteza că stratul este o suprafață plană, este inevitabil ca în executarea lucrărilor de explorare să se obțină alte date, adâncimile și cotele punctelor

Scanned with CamScanner

de intersecţie ale lucrărilor miniere cu straturi, diferite faţă de cele calculate, după prima ipoteză de lucru.

In baza noilor date, se modifică planurile de structură ale primei aproximaţii, planul stratului în isohipse şi planul sectorului în isoadâncimi, reprezentate în fig. 247.

Această precizare s'a făcut în fig. 248. Aici, suprafaţa stratului se prezintă deja sub forma unei suprafeţe topografice. Corespunzător se precizează planul sectorului în isoadâncimi şi prin aceasta se precizează limitele în care trebue să se execute explorarea, adică linia aflorimentului şi linia adâncimii limită (accesibilă). Astfel, fig. 248 reprezintă prima ipoteză de lucru, corectată şi constitue o a doua ipoteză de lucru. Folosind această ipoteză se poate proceda mai documentat la explorarea ulterioară. Din fig. 248 rezultă că, în baza datelor obţinute, s'au trasat noi lucrări miniere de explorare *(9, 10, 11, 12, 13)* şi s'a mărit triunghiul de explorare.

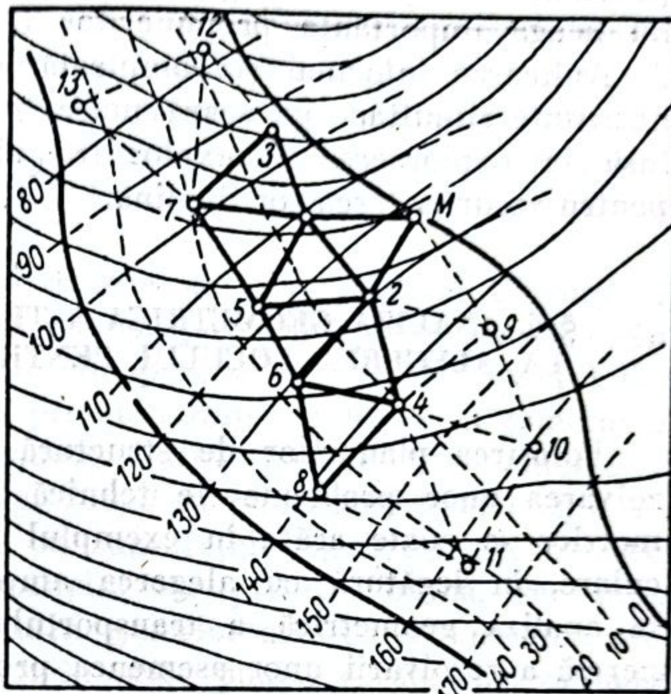


Fig. 248

Astfel, pe calea aproximaţiilor succesive, se cercetează sectorul explorat cu precizia necesară, lucrările miniere de explorare executându-se mai economic, deoarece fiecare pas ulterior de explorare este legat de pasul precedent. Insă succesiunea expusă a executării explorărilor stinghereşte într'o măsură oarecare lucrările şi volumul lor, mai ales în faza iniţială.

Metoda expusă a întocmirii ipotezelor de lucru, la executarea lucrărilor de explorare a fost propusă de prof. P. K. Sobolevski, în anul 1900. Justeţea regulilor iniţiale ale acestei metode (principiul lucrărilor miniere de explorare) este evidentă. Insă această metodă n'a obţinut o aplicare largă în practica explorării. In practică, se aplică mai mult metoda ,care prevede distribuţia unităţilor de explorare după reţele regulate sau, în orice caz, după direcţii de explorare.

Aceasta se explică prin faptul ,că ritmul explorărilor industriale, mai ales pe suprafeţe noi, cere, deseori, executarea lor simultană şi de mare amploare. Apariţia posibilităţii de mărire a pro-

ductivității muncii pe seama mecanizării lucrărilor acoperă în parte majorarea volumului de lucrări, provocate de neaplicarea propunerilor prof. D. K. Sobolevski. Afară de aceasta, explorarea făcută după o rețea sau după direcțiile de explorare ușurează întocmirea secțiunilor documentate ale zăcământului și simplifică aprecierea posibilităților de explorare, în vederea calculului rezervelor.

Cele expuse nu elimină deloc necesitatea folosirii permanente, în procesul de explorare, a planurilor de structură și, cu atât mai mult, nu neagă importanța propunerilor făcute de prof. P. K. Soboleski.

Aplicarea întocmai și completă a lor la explorările industriale, executate simultan, pe scară mare, în multe cazuri este îngreunată, însă la explorarea de exploatare ele îndeplinesc toate condițiile, pentru recunoașterea lor deplină.

§ 6. ANALIZA GEOMETRICĂ A TRANSPORTULUI PE GALERIE LA ALEGEREA LOCULUI PENTRU AMPLASAREA PUȚULUI

Folosirea planurilor de structură și a metodei isoliniilor la rezolvarea unor probleme de tehnică minieră, prin interpretări geometrice se poate arăta în exemplul rezolvării unei probleme particulare, în legătură cu alegerea amplasamentului puțului și anume la analiza geometrică a transportului de galerie. Metodologia generală a rezolvării unor asemenea probleme a fost elaborată de prof. P. K. Sobolevski. Aplicarea acestei metodologii în rezolvarea problemei alegerii locului de amplasare a puțului se poate găsi în lucrarea prof. D. N. Ogloblin (26).

Locul amplasării puțului este determinat printr'un număr mare de factori. Intre ei locul important îl ocupă transportul substanței minerale utile în subteran.

Se tinde ca amplasamentul puțului să fie ales în limitele câmpului minier, iar lucrul efectuat cu transportorul să fie minim. Insă punctul ales ca favorabil transporturilor miniere poate fi astfel situat, încât din cauza condițiilor geologice sau topografice, amplasarea puțului să devină imposibilă. In acest caz, este evident că, în raport cu lucrările de transport subteran, trebue să se aleagă locul cel mai bun, sau poziția cea mai optimă de amplasare a puțului. Pentru rezolvarea acestei probleme, trebue să se cunoască volumul transportului subteran, în orice punct al câmpului minier. Pentru aceasta este destul să se obțină, pentru fiecare punct, valoarea transportului, atât pe direcție (galerii direcționale), cât și transversal (galerii transversale) și să se adune aceste valori. Se va analiza aici găsirea punctului optim și caracteristica lucrărilor de transport pe direcție.

Pentru rezolvarea problemei se va lua zăcământul cu distribuţia neuniformă a maselor, reprezentat în fig. 249, *a*, în isogrosimi. Distanţa dintre secţiunile curbelor de nivel este de 1 m. Din desen este uşor de văzut, că masa mare a substanţei minerale utile se găseşte în partea stângă a zăcământului.

Prin urmare, punctul minim al lucrărilor de transport se va deplasa, deasemenea, dela mijloc spre stânga. Astfel, planul de structură al zăcământului (planul isogrosimilor) va constitui materialul iniţial pentru rezolvarea problemei puse. Folosind acest plan, se găseşte distribuţia maselor substanţei minerale utile, în sensul direcţiei zăcământului. Pentru aceasta, se construesc secţiuni verticale, paralele şi echidistante ale zăcământului, echidistanţe care, în diverse cazuri, se iau diferite, în funcţie de complexitatea formei zăcământului.

In cazul de faţă, secţiunile trecute pe plan sunt la distanţă de 1 cm. Suprafaţa fiecărei secţiuni este proporţională cu masa zăcământului, care revine pe unitatea de lungime a galeriei în punctul dat, adică S_1 este proporţională cu productivitatea galeriei în punctul *1*, S_2 este proporţională cu productivitatea galeriei în punctul *2*, etc. Rezultă că, construind în fig. 249, *b* în punctele *1, 2, 3*, etc., ordonatele care sunt egale numeric cu suprafeţele S_1, S_2, S_3, etc. ale secţiunilor verticale, şi unind vârfurile lor printr'o curbă, se obţine aşa numita curbă a productivităţii galeriei sau curba maselor, notată cu cifra *1*. Ordonata curbei, în orice punct, caracterizează masa care revine la unitatea de lungime a galeriei direcţionale, raportată la acel punct. Curba, în totalitatea ei, caracterizează distribuţia maselor substanţei minerale utile, pe direcţia extinderii zăcământului.

Punctul minim al transportului pe galeria direcţională se află pe direcţia care împarte rezervele câmpului minier în jumătate. Pentru determinarea acestei direcţii se construesc două curbe integrale: curba maselor din partea stângă şi curba maselor din partea dreaptă. In acest scop, se construesc în punctele *1, 2, 3*, etc. ale galeriei *AB* (fig. 249, *b*) ordonatele pentru ambele curbe, egale cu rezervele respective ale câmpului minier, amplasate în stânga şi în dreapta, faţă de aceste puncte. De exemplu, pentru curba integrală a maselor din partea stângă, în punctul *1*, rezerva este egală cu zero, prin urmare şi ordonata curbei în acest punct este egală cu zero; în punctul 2, ordonata curbei este proporţională cu rezerva din partea stângă sau cu suprafaţa cuprinsă între abscisă şi curba de productivitate a galeriei, situată în partea stângă a punctului 2, etc. In punctul *B*, ordonata curbei integrale a maselor din partea stângă va exprima întreaga rezervă a câmpului minier. In acelaşi mod, se construeşte curba integrală a maselor din partea dreaptă. Ordonata ei în punctul *B* este egală cu zero, iar în punctul *A* este egală cu rezerva întreagă a

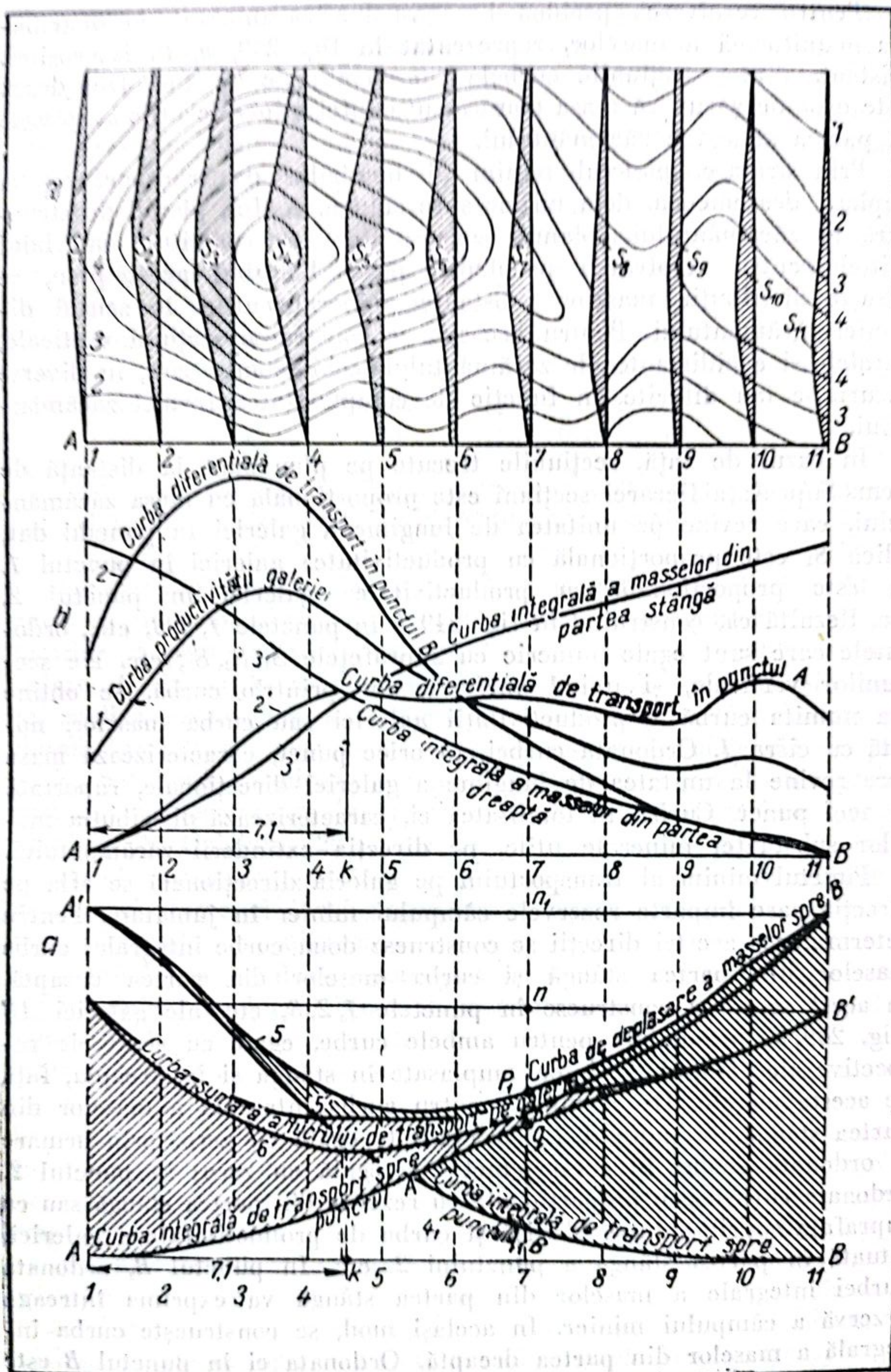


Fig. 249

Scanned with CamScanner

minei. In figură, curba integrală de mase din partea stângă este însemnată cu 3', iar curba maselor din partea dreaptă, cu 3. Deoarece, în punctul *k*, ordonatele ambelor curbe sunt egale între ele (curbele se intersectează) rezultă că, în acest punct, rezerva din dreapta şi cea din stânga sunt egale între ele, iar ordonata comună a curbelor (în punctul *k*) împarte în jumătate rezervele minei. Dacă s'ar cere să se găsească numai punctul de transport minim pe galerie, s'ar putea considera problema rezolvată. Din diferite cauze, amplasamentul puţului trebue însă ales la dreapta sau la stânga punctului *k;* în acest caz, este interesant să se aprecieze lucrul efectuat cu transportul pe galerie, pentru acest punct găsit. Folosind ordonatele curbei de productivitate a galeriei şi distanţele lor până la punctele extreme *A* şi *B*, se construesc aşa numitele „curbe diferenţiale" ale lucrului de transport în punctele *A* şi *B*. Ordonatele acestor curbe sunt proporţionale, în orice punct *(1, 2, 3,* etc.), cu lucrul de transport al maselor, care revin pe unitatea de lungime a direcţiei, dela acel punct şi până la punctele extreme *A* şi *B*; acest lucru de transport este egal cu produsul dintre ordonata curbei de productivitate a galeriei, în acest punct, şi distanţele dela ordonată până la punctele extreme *A* şi *B* ale câmpului minier.

In fig. 249, *b* curba diferenţială a lucrărilor de transport către punctul A este însemnată cu cifra 2', iar curba diferenţială de transport către punctul *B*, cu 2.

Pentru determinarea valorilor lucrului efectuat cu transportul pe galerie, în orice punct al intervalului *AB*, este necesar să se găsescă, în fiecare punct, lucrul efectuat cu transportul încărcăturilor din dreapta şi din stânga, adică trebue să se cunoască, pentru fiecare punct al galeriei, volumul de transport din aripa dreaptă şi din aripa stângă a zăcământului. Această problemă poate fi rezolvată prin curbe integrale de transport pe galerie, şi prin curbele deplasării maselor din partea dreaptă şi din partea stângă, la baza construcţiei cărora stau curbele analizate mai sus.

Curbele diferenţiale de transport servesc ca bază pentru construirea curbelor integrale ale transportului. Curba integrală a lucrului de transport pe galerie în punctul *A* se construeşte după curba diferenţială a lucrului de transport, pentru acelaşi punct. Ordonata primei curbe este proporţională, în orice punct *(1, 2, 3,* etc.) cu suma lucrului diferenţial în intervalul dintre punctul dat până la punctul *A*, ceeace se reprezintă, grafic, prin suprafaţa corespunzătoare a curbei diferenţiale de lucru. Desigur că, în punctul *A*, lucrul efectuat cu transportul maselor din partea stângă este egal cu zero, iar în punctul *B* este egal cu transportul întregii cantităţi a maselor înspre punctul *A*.

La fel se construeşte curba integrală a lucrului efectuat cu transportul în B, după curba diferenţială de transport în acel punct. In fig. 249, *c* prima curbă integrală este însemnată cu cifra *4'*, iar a doua cu *4*.

Pentru construirea curbelor de deplasare a maselor din partea dreaptă şi stângă se folosesc curbele integrale ale maselor. Fiecare punct de pe galeria AB, împarte rezervele în rezerve de dreapta şi de stânga. Dacă se iau, de exemplu, masele din dreapta pentru punctul 7 şi se concentrează în acest punct lucrul efectuat cu deplasarea acestor mase concentrate în punctul A, se va exprima, grafic, prin ordonata curbei de deplasare a maselor de dreapta în punctul 7. Această ordonată se determină prin produsul maselor din dreapta cu distanţa dela punctul dat până la poziţia extremă din stânga a punctului A, iar pentru curba de deplasare a maselor din stânga, prin produsul maselor din stânga cu distanţa dela punctul dat până la poziţia extremă din dreapta a punctului B. Pentru uşurinţă, curbele de deplasare a maselor sunt construite dela nivelul ordonatelor maxime ale curbelor integrale corespunzătoare, prin aşezarea ordonatelor mai jos decât nivelul indicat.

In fig. 249, *c* curbele de deplasare sunt însemnate cu *5'* şi *5*. Să se analizeze concomitent curba integrală a lucrului efectuat cu transportul în punctul A şi curba de deplasare a maselor din dreapta. In orice punct al galeriei, de exemplu în punctul *7*, ordonata $7q$ a unei curbe este proporţională cu lucrul efectuat cu transportul maselor din stânga înspre punctul A, iar ordonata np a curbei a doua este proporţională cu lucrul efectuat cu deplasarea în acelaşi punct A al maselor din dreapta, care sunt concentrate în punctul 7. Ordonata BB' a curbei integrale a lucrului determină întregul lucru de transport al tuturor maselor înspre punctul A. Rezultă că segmentul pq este egal cu diferenţa dintre ordonata BB' şi cu suma ordonatelor $7p$ şi nq adică $pq = BB' - (7q + np)$ şi aceasta exprimă lucrul la concentrarea maselor din dreapta înspre punctul 7, sau lucrul de transport al maselor din aripa dreaptă în acest punct.

In acelaşi mod, se obţine, şi pentru a doua pereche de curbe în punctul 7, segmentul care exprimă lucrul de transport pentru aripa stângă:

$$p_1q_1 = AA' - (7q_1 + n_1p_1)$$

Suma $pq + p_1q_1$ exprimă, desigur, întregul lucru de transport pe galerie al tuturor maselor în punctul 7.

La fel se calculează, pentru punctele *1*, *2*, *3*, etc., ale galeriei, valorile lucrului întreg (complect) de transport şi după ele, ca ordonate, se construeşte aşa numita: curba lucrului total de transport pe galerie. In fig. 249 *c* această curbă este însemnată cu cifra *6*.

Scanned with CamScanner

Minimul acestei curbe este punctul lucrului de transport minim pe galerie. Acest punct se află pe linia care împarte rezervele minei în jumătate, adică distanţa *Ak* din fig. 249, *c* este egală cu distanţa *Ak* din fig. 249, *b*.

Curba lucrului total de transport obţinută permite să se determine lucrul de transport pentru orice punct al galeriei. Din cele expuse, se lămureşte destul de complect valoarea şi necesitatea folosirii planurilor structurale ale zăcământului şi ale construcţiilor geometrice la rezolvarea problemei date.

§ 7. FOLOSIREA HARŢILOR DE STRUCTURĂ ŞI DE CALITATE LA DELIMITAREA SECTOARELOR DE EXPLOATARE ŞI PENTRU COMPUNEREA ŞARJEI

Caracteristica conţinutului în minereu al componenţilor utili şi dăunători, sub forma planurilor de calitate este necesară în mai multe cazuri. Insă pentru unele substanţe minerale utile, industria pune explorării condiţii speciale pentru strudierea caracteristicei de calitate. In acest caz, rezultatele explorării trebue să fie reprezentate prin planuri de structură şi de calitate corespunzătoare, care să permită rapid, uşor şi cu precizie suficientă, să se delimiteze sectoarele de explorare şi să determine din ele, chiar după abataje separate, conţinutul în substanţă minerală utilă, pentru a planifica extracţia materiei prime de o anumită calitate şi pentru a determina din timp adausele necesare, la compunerea şarjei.

Un minereu complex este bauxita. Bauxita se caracterizează prin conţinutul componentului util de bază Al_2O_3 şi prin prezenţa inevitabilă a Fe_2O_3 şi SiO_2. Cele din urmă sunt admisibile în anumite limite şi raporturi, reglementate prin condiţiile de calitate ale materiei prime. Hărţile calitative, care se întocmesc pentru zăcământ, în totalitate şi în părţile lui componente, trebue să dea caracteristica minereului, după componentele indicate.

Suprapunând trei suprafeţe topografice, planele în isolinie ale componenţilor indicaţi, se pot separa limitele sectoarelor de exploatare, după condiţiile stabilite şi se poate stabili ordinea de exploatare, care asigură minereul de calitatea necesară, în raport cu compoziţia sa chimică. De exemplu, minereul cu un conţinut mare în Al_2O_3 şi Fe_2O_3 trebue să se amestece (pentru neutralizarea conţinutului mare în fier prin bioxid de siliciu) cu minereul care are un conţinut mai mic în Al_2O_3.

O materie primă cu mulţi componenţi, care cere o atenţie deosebită în ceeace priveşte caracteristica calitativă a substanţei minerale utile, este materia primă pentru ciment.

Scanned with CamScanner

In acest caz (33) se pun o serie de condiţii în ce priveşte compoziţia şarjei, care se potriveşte pentru fabricarea cimentului, de exemplu:

1. Modulul hidraulic principal (M), exprimat prin formula:

$$M=\frac{CaO}{SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3}$$ trebue să se cuprindă în limitele 1,9—2,4.

2. tot atât de importantă este stabilirea raportului just între bioxid de siliciu, argilă şi oxid de fier, deoarece acestea nu se unesc în acelaşi fel cu varul, şi influenţează în mod diferit procesul prizei. Deaceea, paralel cu modulul principal (M) se stabilesc încă două, modulul de silicaţi (S) şi modulul de fier (F), exprimaţi prin formule:

$$S=\frac{SiO_2}{Al_2O_3+Fe_2O_3}$$ care nu trebue să depăşească limitele 1,7 — 3,5

$$F=\frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$ care nu trebue să depăşească limitele 1,5 — 4,5;

3. o mare importanţă pentru calitatea cimentului are conţinutul de oxid de magneziu (MgO) din şarjă. Acesta din urmă, la prăjire, mărind gradul de topire, provoacă formarea intensă de sgură, şi, intrând în reacţie chimică cu SiO_2, măreşte higroscopicitatea soluţiei de ciment şi micşorează rezistenţa lui cu atât mai mult, cu cât conţinutul în oxid de magneziu este mai mare. Deaceea, cantitatea de MgO nu trebue să fie mai mare decât 3%. Prin urmare, calcarele puternic dolomitizate şi marnele nu pot intra în compoziţia şarjei;

4. urmele de sulf sub formă de gips sau de pirită sunt admise numai în limitele standardului de 2,5%.

Răspunsul la întrebarea dacă un zăcământ sau altul al materiei prime pentru fabricarea cimentului îndeplineşte condiţiile arătate, îl dau lucrările de explorare. Explorările trebue să conducă la întocmirea hărţilor calitative, care să caracterizeze conţinutul următorilor componenţi: SiO_2, CaO, Al_2O_3, MgO şi Fe_2O_3, cum şi raportul lor reciproc. Deaceea, la zăcămintele de acest fel, elementul determinant de cercetare nu va fi atât forma zăcământului, cât stabilirea componenţilor de bază ai substanţei minerale utile şi, mai ales, MgO.

Graficele modulelor se vor obţine ca o suprafaţă topografică rezultantă, după efectuarea operaţiilor matematice necesare cu o suprafaţă topografică de plecare, caracterizată prin componenţi separaţi.

Comparând isoliniile hărţilor calitative obţinute se va rezolva cu mai mult succes problema delimitării sectoarelor de exploatare.

Compoziţia şarjei după graficele isoliniilor se efectuează în baza uneia dintre formulele care determină raporturile greutăţilor de marnă şi a calcarelor, care se introduc în şarjă, de exemplu:

$$x=\frac{(2,8\,SiO_2K_n+1,65\,Al_2O_3+0,35\,Fe_2O_3)-CaO}{CaO-(2,8\,SiO_2K_n+1,65\,Al_2O_3+0,35\,Fe_2O_3)},$$

unde numărătorul expresiei este pentru marnă, iar numitorul, pentru calcar; K_n coeficientul de saturaţie, obţinut pe cale experimentală, este egal cu 0,95.

Pentru fiecare lucrare minieră (analizată) eşantionată, pentru fiecare strat, se poate calcula valoarea numărătorului şi a numitorului expresiei arătate şi, folosind aceste valori, să se traseze în isolinii două suprafeţe, una pentru marnă şi cealaltă pentru calcar, care dau posibilitatea să se execute calculul şarjei.

Fie după graficul isoliniilor numitorului formulei prezentate mai sus, valoarea în limitele blocului egală cu 42,8.

Valoarea medie a numărătorului aceleiaşi expresii este, pentru blocul de marnă, egală cu 54.

Prin urmare, raportul de greutate a marnei şi a calcarului se va găsi din expresia:

$$x = \frac{54}{42,8} = 1,26.$$

Folosind raportul obţinut, se pot găsi, plecând dela grosime, greutăţile volumetrice ale marnei şi ale calcarului, dimensiunile blocurilor în ambele strate, a căror exploatare va asigura şarja de conţinutul cerut.

Scanned with CamScanner

PARTEA A PATRA
CALCULUL REZERVELOR DE SUBSTANȚE MINERALE UTILE SOLIDE

CAPITOLUL VII

PROBLEMELE GENERALE ALE CALCULULUI REZERVELOR

§ 1. CONSIDERAȚII GENERALE

Studiul zăcămintelor de substanțe minerale utile se desăvârșește prin evaluarea lor. Unul dintre elementele esențiale de evaluare este calculul rezervelor. Calculul rezervelor, în condițiile gospodăriei socialiste, este supus cerinței de bază a evidenței stricte a averii poporului: bogăția subsolului și exploatarea lui rațională să fie în interesul economiei naționale. Calculul rezervelor reprezintă, din punct de vedere tehnic, determinarea, cu un oarecare grad de precizie a cantității și a calității substanței minerale utile, care se găsește în interiorul zăcământului. In cele ce urmează se va referi numai la calculul zăcămintelor solide.

Cantitatea totală a substanței minerale utile în interiorul zăcământului se numește rezervă geologică.

Partea rezervelor geologice ale zăcămintelor, care prezintă interes în starea actuală a tehnicei și a economiei, după indicii săi de calitate și de cantitate, și după folosirea lor în industrie, se numesc *rezerve industriale* (de bilanț). Stabilirea acestora constitue fondul de bază al calculului rezervelor.

Calculul rezervelor se face în scopul de:

a) evaluare a zăcământului și justificare a proiectului întreprinderii;

b) motivare a devizelor de exploatare și a cheltuelilor de exploatare și de investiții;

c) evidența mișcării rezervelor și planificarea producției;

d) executarea calculelor practice la exploatarea zăcământului.

Scanned with CamScanner

Rezervele explorate ale substanței minerale utile a fiecărui zăcământ, pe baza calculului lor, în raport cu importanța zăcământului, sunt aprobate de Comisia Unională a rezervelor (BK3) sau de Comisia Raională (teritorială) a rezervelor (TK3).

Această aprobare reprezintă evaluarea oficială a valorii industriale a zăcământului și servește ca bază legală la proiectarea întreprinderii în totalitate, sau pentru amplificarea ei.

Rezultatele calculului rezervelor se dau în unități de volum sau de greutate. Unitățile uzuale sunt: m³, tona, iar pentru metale rare, kg.

Toate mărimile care intră în calcul se exprimă în sistemul metric.

Rezervele se calculează pe întregul zăcământ și pe diferite sectoare parțiale ale sale. Ultima este dictată de necesitatea împărțirii rezervelor în categorii și grupe, după gradul studierii lor, condițiile de zăcământ, proprietățile substanței minerale utile, pregătirea, producția, și de alți indici.

§ 2. CLASIFICAREA REZERVELOR DE SUBSTANȚE MINERALE UTILE SOLIDE

Impărțirea rezervelor de substanțe minerale utile pe grupe și pe categorii, după unii sau alți indici, se numește clasificarea lor. S'au elaborat multe clasificări în diferite perioade de timp. Pentru stabilirea principiului unic de calcul și de evidență a rezervelor de zăcăminte a substanțelor minerale utile solide în U. R. S. S., este valabilă o singură clasificare, care servește ca bază de îndrumare pentru toate instituțiile și întreprinderile în toate fazele de lucru, în legătură cu pregătirea folosirii industriale a substanțelor minerale utile.

Se dau mai jos criteriile generale și tabela clasificării indicate (14).

1. PRINCIPIILE GENERALE DE CLASIFICARE

A. Bazele clasificării

1. Clasificarea rezervelor de substanțe minerale utile solide stabilește principiile unice de calcul al rezervelor subterane. Clasificarea determină gradul în care sunt studiate zăcămintele substanțelor minerale utile, cantitatea, calitatea și formele de zăcământ ale diferitelor feluri de substanțe utile. Clasificarea stabilește importanța categoriei rezervelor, pentru uz industrial.

2. Fiecare categorie se determină printr'un complex de indici caracteristici. Neconcordanța unora dintre ei nu permite să se încadreze rezerva la categoria care este satisfăcută de ceilalți indici.

Scanned with CamScanner

3. După gradul de studiu, rezervele zăcămintelor de substanțe minerale utile se împart în trei categorii, *A*, *B*, *C*, cu subdiviziunile A_1 și A_2 pentru categoria *A*; C_1 și C_2 pentru categoria C; categoria *B* nu are subdiviziuni.

4. Aplicarea clasificării rezervelor la diferite forme ale substanțelor minerale utile este determinată prin instrucțiuni speciale corespunzătoare.

In instrucțiuni se arată:

a) noțiuni despre grupă, tipul (felul) zăcământului și particularitățile explorărilor;

b) indici și condiții care caracterizează diferite categorii de rezerve.

B. Principii de calcul și de evidență a rezervelor în subteran

1. Clasificarea prevede calculul și evidența rezervelor substanței minerale utile, care se află în subteran, fără a ține seamă de pierderile din timpul exploatării și al prelucrării.

2. Conturul rezervelor se determină după date de explorare, date geofizice și considerații geologice.

3. Caracteristica zăcământului în totalitate și a substanței minerale utile izolate se dă în starea sa naturală, adică grosimea și calitatea substanței minerale utile trebue să se determine prin grosimea reală a corpului și prin calitatea reală a substanței minerale utile, fără a se calcula diluarea cu sterilul în timpul exploatării.

4. Rezervele substanțelor minerale utile, care nu pot intra în exploatare în starea actuală a tehnicei și a economiei se numesc *„rezerve neexploatabile"*.

C. Caracteristicele categoriilor de rezerve

Categoria A. Din această categorie fac parte rezervele de substanțe minerale utile, care sunt studiate din punctul de vedere al proprietăților tehnologice și al tipului geologic. Studiul proprietăților tehnologice prevede clarificarea complectă a modului de utilizare a substanței minerale utile, în industrie.

Pentru raportarea rezervelor la subdiviziunea A_1, se cere studiul calității tuturor sorturilor și tehnologia prelucrării lor, pe scară industrială.

Pentru raportarea rezervelor la subdiviziunea A_2 se cere studiul calității substanței minerale utile și a tehnologiei prelucrării, care

Scanned with CamScanner

trebue să fie executată cu probe tip medii globale, pe scară semi-industrială.

Categoria B. Pentru raportarea rezervelor de substanţe minerale utile la această categorie, pe lângă formele naturale, trebue să fie evidenţiate şi sorturile industriale ale substanţei exploatate.

Scoaterea în evidenţă a sorturilor industriale prevede rezolvarea problemei posibilităţilor folosirii substanţei minerale utile date în industrie şi stabilirea prealabilă a tehnologiei prelucrării substanţei minerale utile.

Pentru a trece rezerva la categoria B, afară de analizele chimice şi petrografice, trebue făcute studii de laborator asupra calităţii şi tehnologiei de prelucrare a substanţei minerale utile, cu probe tip.

Destinaţia industrială a rezervelor din categoria *B* se precizează de Comisia rezervelor, la aprobarea calculului rezervelor.

Categoria C. Calitatea substanţei minerale utile se stabileşte după probe separate, iar în cazul când nu există îndoieli, prin analogie cu substanţele minerale utile, studiate din zăcăminte asemănătoare. De-obicei, tehnologia se stabileşte aproximativ, după compoziţia substanţei extrase şi după exemple de preparare a materiei prime asemănătoare.

Pentru raportarea rezervelor la subdiviziunea C_1, trebue să se cerceteze un număr mic de probe din zăcământ, pentru care se face calculul.

Pentru raportarea rezervelor la subdiviziunea C_2, se cer numai consideraţii geologice şi, numai pentru raioane şi zăcăminte noi, se fac cercetări parţiale ale eşantioanelor substanţei minerale utile.

Mai departe, în baza regulilor generale de clasificare, expuse în tabela 20, se arată caracteristica gradului de explorare, a studiului şi a scopului industrial al rezervelor, aplicabile la categoria de rezervă, acceptată în clasificare.

Tabela 20

Clasificarea rezervelor zăcămintelor de substanţe minerale utile solide

Categoria rezervelor	Gradul de explorare şi de studiere al rezervelor	Destinaţia industrială a rezervelor
Categoria *A* A_1	Rezervele sunt pe deplin determinate şi eşantionate la conturarea corpului substantei minerale utile prin lucrări miniere. Studiul calităţii şi al tehnologiei prelucrării s'a făcut pe scară industrială.	Pentru justificarea planificării industriale a lucrărilor industriale de exploatare.

Categoria rezervelor	Gradul de explorare și de studiere al rezervelor	Destinația industrială a rezervelor
A_2	Rezervele explorate și eșantionate detaliat, puse în evidență prin lucrări miniere, prin sondaje sau prin combinarea lor. Studiul calității și al tehnologiei prelucrării substanței minerale utile s'a făcut după probe tip.	Pentru justificarea proiectelor tehnice și a lucrărilor de investiții. In cazuri corespunzătoare, deasemenea pentru planificarea industrială a lucrărilor de exploatare
Categoria *B*	Rezervele sunt determinate destul de precis cantitativ, prin explorări. Forma corpurilor și distribuirea tipurilor naturale ale substanței minerale utile sau tehnologia prelucrării nu au fost destul de bine puse în evidență.	La întocmirea sarcinilor de proiectare, iar în cazul prezenței unei cantități de rezerve *A*, pentru proiectele tehnice și pentru justificarea lucrărilor de investiții în construcții, cum și la proiectarea lucrărilor detaliate de explorare și de exploatare. Rezervele zăcămintelor de substanțe minerale utile cu formă sau cu o distribuție complexă, se folosesc independent la întocmirea proiectelor tehnice și la justificarea lucrărilor de investiție în construcție.
Categoria *C* C_1	Rezerve probabile, care sunt vecine cu sectoarele explorate și se găsesc după limitele care conturează rezervele de o categorie superioară, cum și rezervele probabile după aflorimente, după desvelirile naturale și artificiale și după datele geofizice.	La întocmirea planurilor industriale în perspectivă și la investiții pentru cercetări geologice, iar pentru metale rare, aur și staniu, la întocmirea proiectelor.
	Rezerve puțin explorate, cu o distribuție a componenților neregulată și foarte complexă. Substanța minerală utilă a fost eșantionată în puncte distincte.	
Categoria C_2	Rezervele zăcămintelor separate și rezervele probabile ale unui grup de zăcăminte ale zonelor mineralizate, care se determină după ipoteze geologice.	Pentru planificarea de perspectivă în economia națională și pentru planificarea lucrărilor de explorare geologică.

Scanned with CamScanner

Mai sus s'a arătat că aplicarea criteriilor generale, indicate pentru clasificarea rezervelor, față de tipuri separate ale substanțelor minerale utile, se face cu ajutorul instrucțiunilor speciale. In legătură cu aceasta se expun mai jos, pe scurt, dispozițiile generale ale acestor instrucțiuni și condițiile de clasificare a rezervelor cu referire la zăcămintele de cărbuni, minereuri și cele aluvionare.

2. CLASIFICAREA REZERVELOR ZACAMINTELOR CARBONIFERE

a) Indici comuni de raportare a rezervelor în categorii și subdiviziuni

Categoria A. La subdiviziunea A_1 se raportează rezervele în următoarele condiții (14):

1. rezerva trebue să fie conturată cu lucrările miniere de pregătire;
2. cantitatea rezervelor, grosimea și structura stratelor, hipsometria culcușului, compoziția litologică și caracteristica tehnică minieră a rocelor acoperișului și culcușului, calitatea cărbunelui și distribuția tipurilor naturale după proprietățile tehnologice au fost bine determinate la conturarea și eșantionarea cărbunelui, prin lucrări miniere.

Raportarea rezervelor lor la subdiviziunea A_2 cere îndeplinirea următoarelor condiții:

1. conturarea rezervei prin lucrări de explorare;
2. stratele trebue să corespundă condițiilor date, prin grosime și calitate;
3. stabilirea compoziției cărbunelui, a greutății volumetrice și a altor proprietăți, după probe tipice medii brute pe scară semiindustrială;
4. determinarea ,destul de exactă a dimensiunilor stratelor de cărbune, după secțiunile geologice;
5. cunoașterea regularității de variație a grosimii, calității și structurii stratelor de cărbune;
6. stabilirea caracteristicei litologice a rocelor din culcus și din acoperiș și a variațiilor lor fundamentale;
7. cunoașterea elementelor tectonice de bază ale condițiilor de zăcământ ale stratelor carbonifere și influența acestor factori asupra condițiilor tehnice miniere de exploatare;
8. cunoașterea condițiilor hidrogeologice în măsură suficientă, pentru elaborarea măsurilor de luptă cu apele subterane;
9. existența hărților hipsometrice ale culcușului stratului carbonifer, care asigură proiectarea lucrărilor miniere de pregătire.

Categoria B. Rezervele care se raportează la această categorie trebue să îndeplinească următoarele condiții:

1. rezerva trebue să fie cuprinsă în conturul lucrărilor de explorare, sau trebue să fie în fâșia vecină, la conturul de categorie *A*;
2. stratele de cărbune trebue să corespundă, după grosimea, structura și calitatea cărbunelui, condițiilor acceptate în prealabil;
3. calitatea crăbunelui și posibilitățile de folosire industrială a cărbunilor trebue să fie stabilite în concordanță cu condițiile cerute la eșantionarea lor. Sorturile tehnologice ale cărbunilor pot fi puse în evidență prin cercetări chimico-tehnologice, cum și prin studiul petrografic;
4. este necesară stabilirea limitelor posibile de variație a grosimii stratelor, stabilirea caracterului variației structurii lor ,cum și scoaterea în evidență a elementelor tectonice fundamentale. Faliile mici și cutarea

suplimentară pot fi reprezentate schematic. Sinonimia generală a stratelor de cărbune trebue să fie complect stabilită. Legătura stratelor la intervale separate ale secţiunii poate fi determinată prin deducţie:

5. după secţiunile distincte ale sondelor ,trebue să fie puse în evidenţă orizonturile cu apă, fără ca orizonturile separate să fie legate exact după secţiune. Debitul apelor subterane poate fi calculat aproximativ, după datele observaţiilor în sondele de explorare.

Afară de cele arătate ,pentru omologarea rezervelor de categoria A şi B. este obligatorie prezentarea condiţiilor stabilite, în ce priveşte calitatea cărbunelui, grosimea şi structura stratelor carbonifere.

Categoria C. La subdiviziunea C_1 se raportează rezervele care îndeplinesc următoarele condiţii:

1. calitatea cărbunelui este insuficient studiată şi determinată, după probe separate, luate din sondaje sau din lucrări miniere scurte;

2. tectonica sectorului, sincronizarea stratelor carbonifere şi alţi factori geologici s'au determinat în baza consideraţilor geologice generale pentru întregul zăcământ, şi confirmate de observaţiile obţinute prin lucrările miniere de explorări, în număr redus şi din aflorimente.

Afară de aceasta, aici se raportează:

1. rezervele în limitele blocurilor ,legate de blocurile rezervelor de categorie superioară, până la limitele admise de extrapolare sau de considerente geologice;

2. rezervele care, numai după unul dintre indici, nu îndeplinesc condiţiile de raportare la categorie superioară.

La subdiviziunea C_2 se raportează rezervele stratelor de cărbune, care n'au fost deschise în sectoarele explorate, cum şi rezervele blocurilor adiacente la blocuri de categorie superioară, în limitele neconfirmate prin materialul geologic existent.

Pentru zăcăminte, raioane şi bazine noi, se raportează la subdiviziunea C_2 rezervele stabilite pe baza cartării generale a raioanelor sau a bazinelor, cu cercetarea suprafeţelor separate prin secţiuni de reper, care caracterizează prezenţa cărbunilor. Cantitatea rezervei este determinată aici, după suprafaţa extinderii depunerilor carbonifere şi după coeficientul conţinutului în cărbune. Acest coeficient se stabileşte după suprafeţe de reper şi valorile obţinute se raportează la întreaga suprafaţă, care se include în calcul.

b) Condiţiile generale care se impun la eşantionarea cărbunilor în legătură cu repartizarea rezervelor la diferite categorii

Pentru caracterizarea calităţii cărbunelui se cercetează compoziţia elementară a cărbunelui şi se determină următorii indici:

a) umiditatea (W) în combustibilul de lucru şi de laborator;

b) conţinutul în cenuşă (A) în combustibilul de lucru şi în cărbunele absolut uscat;

c) conţinutul în materii volatile (v) în masa de combustie;

d) conţinutul în sulf (S) în combustibilul absolut uscat;

e) cocsul rezultat (K) din combustibilul de laborator şi de lucru;

f) puterea calorică (Q) în combustibilul de lucru, de laborator şi în masa de combustie.

Dacă conţinutul în cenuşă din cărbune este mai mare decât condiţia admisibilă stabilită, atunci la calculul rezervelor se anexează schema de îmbogăţire a cărbunilor.

Scanned with CamScanner

In cazul structurii complexe a stratelor şi al existenţei lucrărilor miniere de exploatare, datele de eşantionare după sondaje se compară cu eşantionarea cărbunelui produs.

La caracterizarea cărbunilor pentru cocsificare, semicocsificare şi hidrogenare, se anexează şi cercetarea lor macroscopică şi microscopică, pentru stabilirea legăturii dintre compoziţia petrografică şi proprietăţile cărbunilor. Aceste rezerve se separă totdeauna de cantitatea totală a rezervelor. Repartizarea rezervei la subdiviziunea A_2 într'o serie de cazuri şi la categoria B, cere stabilirea conţinutului în praf şi în gaze, cum şi stabilirea autoinflamabilităţii cărbunelui. La calculul rezervelor cărbunilor energetici, se stabileşte zona cărbunelui degazeificat, iar pentru cărbuni destinaţi folosirii în industria de cocsificare şi chimică, se stabileşte zona cărbunelui oxidat.

Toate lucrările miniere de explorare, care pot da probe de valoare complectă sunt supuse unei eşantionări obligatorii, iar cercetarea calităţii cărbunelui se face în mod complex, în raport cu destinaţia cărbunelui.

In cazul prezenţei lucrărilor miniere, se dă o caracteristică complectă a condiţiilor tehnice miniere de exploatare: compoziţia litologică, stabilitatea şi comportarea rocelor din acoperiş şi din culcuşul stratelor de cărbune, prezenţa faliilor mici şi influenţa lor asupra exploatării.

Pentru strate de cărbune groase şi de structură complicată, destinate exploatării la zi, se dau condiţiile stabilite după grosime, structura stratului şi calitatea cărbunelui. Afară de aceasta, în acest caz trebue să se dea caracteristica litologică şi fizico-mecanică complectă a rocelor acoperitoare şi din culcuşul stratelor de cărbune.

c) Gruparea zăcămintelor de cărbuni

Principalele zăcăminte de cărbuni, care sunt supuse cercetării, după indicii geologici mai caracteristici şi după factorii minieri de exploatare mai importanţi, se împart convenţional în următoarele cinci grupe tipice:

Grupa I. Zăcăminte care au forma de strat sau de lentilă şi au înclinarea aproape orizontală. Ca exemplu poate fi dat bazinul din apropierea Moscovei.

Grupa II. Zăcăminte uneori dislocate complicat ,cu strate care-şi menţin bine grosimea şi calitatea pe suprafeţe însemnate, sau care variază după o regularitate, care permite stabilirea acestor factori. Se deosebesc două subtipuri, tipul IIa, al cărui reprezentant tipic este bazinul Doneţ, şi tipul IIb, al cărui reprezentant poate fi bazinul Karaganda.

Grupa III. Zăcăminte dislocate, uneori foarte puternic ,cu strate constante, a căror grosime atinge, parţial, dimensiuni mari. Reprezentantul acestui tip este bazinul Kuzneţk.

Grupa IV. Zăcăminte cu o tectonică şi structură complicată a stratelor de cărbune, care au o variaţie bruscă a grosimii, a calităţii şi a structurii. Reprezentantul este raionul cărbunilor bruni din Celeabinsk.

Grupa V. Zăcăminte dislocate excepţional de puternic, cu dese variaţii de grosime ale stratelor şi ale proprietăţilor cărbunelui, condiţionate de un metamorfism intens. Reprezentantul caracteristic al acestui tip este zăcământul dela Suciansk.

O caracteristică mai complectă a condiţiilor naturale, a metodologiei de explorare şi a condiţiilor de repartizare a rezervelor la diferite categorii, aplicabile la tipuri indicate, poate fi prezentată sub forma următoare:

1. strate exploatabile stabile ,care menţin grosimea exploatabilă în limitele raionului;

Grupa I. Particularităţile acestui tip sunt: strate slab ondulate sau aproape orizontale. Stratele au o grosime considerabilă, se prezintă sub forma zăcămintelor stratiforme sau lenticulare, care au tendinţa de efilare, de îngroşare şi de ramificare. Variaţia structurii şi a grosimii stratelor de cărbune din aceasta grupă se produce treptat. Rocele din intercalaţii sunt friabile. In majoritatea cazurilor, adâncimea la care se află stratele de cărbune este neînsemnată. Metoda lucrărilor de explorare este de tipul unic, adică o explorare prin sondaje, amplasate după o reţea geometrică regulată şi destul de densă. Exploatarea zăcămintelor de acest fel se efectuează prin puţuri de producţie mică sau mijlocie. Cărbunele se întrebuinţează ca combustibil energetic.

Subdiviziunea A_2 reprezintă rezerva conturată prin sondaje sau prin lucrări miniere, studiată şi eşantionată. Condiţiile hidrogeologice sunt complect lămurite. Pentru zăcămintele stratiforme, desimea reţelei este acceptată de 250—350 m. La zăcămintele lenticulare, distanţa dintre sonde se micşorează până la 150—250 m. La desimea indicată, sondele nu clarifică suficient curbele hipsometrice ale culcuşului stratului şi din această cauză, determinarea direcţiilor galeriilor principale de transoprt se precizează prin explorarea de exploatare. Explorarea trebue să asigure lămurirea complectă a condiţiilor hidrogeologice. Toate sondele se eşantionează şi analiza se execută în funcţie de destinaţia cărbunelui.

Categoriei B îi aparţin rezervele explorate prin sondaje, a căror desime pentru zăcămintele stratiforme se ia de 350—750 m, iar pentru zăcămintele lenticulare, de 250—500 m. Eşantionarea sondelor se face cu analizarea tehnică şi elementară complectă a probelor şi cu determinarea extracţiei reziduurilor primare. Rezervele fâşiei dintre conture se determină prin interpolare după sondaje, pentru limita conturului grosimii neexploatabile.

Pentru repartizarea rezervelor, la subdiviziunea C_2, se cere o desime a reţelei de explorare de 750—1000 m, cu eşantionarea sondelor. Caracteristica hidrogeologică se face pe baza datelor observate în lucrările miniere de explorare. Rezervele fâşiei dintre conture pot fi obţinute prin extrapolare.

Grupa II. Tipul IIa — Bazinul Doneţ. Este caracteristic tipul paralel al concentrării depunerilor carbonifere cu a masivelor de cărbuni, care menţin, pe distanţe însemnate, structura şi grosimea lor. Grosimea productivă de cărbuni, are orizonturi stratigrafice distincte, confirmate prin faună.

Stratele de cărbuni sunt strânse în cute, mai intens la extremităţile bazinului. Cutele sunt complicate prin falii. Grosimea stratelor exploatabile variază dela 0,4 la 1,5 m şi mai rar până la 2 m. Cărbunele este reprezentat prin toate felurile de cărbuni, dela cărbuni cu flacăra lungă, până la antracit. Calitatea cărbunelui variază după direcţie. Stratele conţin gaze, care uneori, sunt sulfuroase. Debitul de apă nu prezintă o piedică în exploatare. Explorarea se face mai ales prin sondaje. Lucrările miniere de explorare au o importanţă subordonată şi se aplică la eşantionarea zăcămintelor cu conţinutul variabil al cărbunelui de masă, cum şi la zăcăminte noi, care sunt destul de depărtate de cele exploatate. Explorarea detaliată se face în baza hărţii geologice la scară mare ,deobicei la 1/5000 şi mai rar 1/10 000.

Subdiviziunii A_2 îi aparţin rezervele care au fost explorate mai ales prin sondaje. In acest caz, desimea sondelor se admite diversă, în funcţie de deranjamentele şi de stabilitatea stratelor. Clasificarea celor din urmă se stabileşte pe baza studierii geologice detaliate a stratelor. Pentru tipul IIa stratele se împart după indicele arătat în patru subgrupe:

2. strate exploatabile relativ stabile, cu structura variabilă la apariţia intercalaţiilor sterile sau schimbând grosimea exploatabilă într'o direcţie sau alta;

3. strate exploatabile nestabile ,cu tendinţa spre pierderea grosimii exploatabile sau a mărimii numărului intercalaţiilor sterile. Acestei sub grupe aparţin stratele, care se găsesc la limita grosimii exploatabile;

4. strate cu grosimi exploatabile accidentale. Grosimea exploatabilă se întâlneşte în limitele sectoarelor separate. Corespunzător, limitele distanţelor dintre sonde, pe direcţie, pentru grupele indicate, se iau de, 1500. 1000, 500 şi 250 m.

In anumite cazuri, se admite extrapolarea dela frontul lucrărilor miniere.

La raportarea rezervelor la subdiviziunea A_2, trebue puse în evidenţă în mod satisfăcător elementele tectonice. hipsometria stratelor şi caracteristica acoperişului şi a culcuşului pentru proiectarea lucrărilor de pregătire de bază.

Lucrările miniere de explorare trebue să fie eşantionate iar condiţiile hidrogeologice trebue lămurite cu destulă precizie, pentru proiectarea şi calcularea evacuării apelor.

Categoriei B îi aparţin rezervele explorate mai ales prin sondaje, sau obţinute prin extrapolare peste limitele subdiviziunii A_2.

In funcţie de stabilitatea stratelor, se admit următoarele distanţe între punctele de explorare, după direcţia stratelor: stabile — 3000 m, relativ stabile — 2000 m, nestabile — 1000 m şi pentru strate cu grosimea exploatabilă accidentală — 500 m.

Extrapolarea se admite numai pentru primele două sub grupe, la distanţa care nu depăşeşte 1/5 din distanţa dintre sondele pe direcţie. Sinonimia stratelor de cărbune şi elementele tectonice de bază trebue să fie studiate. zăcămintele care conţin apă trebue stabilite, iar eşantionarea trebue să fie executată în concordanţă cu condiţiile generale expuse mai sus.

Subdiviziunii C_1 îi aparţin rezervele sectoarelor şi ale zăcămintelor explorate cu o reţea rară de sondaje, sau rezervele alăturate blocurilor cu rezerve de categorie superioară obţinute prin metoda extrapolării. Calitatea cărbunelui s'a stabilit după analiza sondelor separate şi în baza hărţii chimice a cărbunelui, după datele generale caracteristice ale raionului. Condiţiile hidrologice sunt stabilite după datele ridicării generale hidrologice.

Categoriei C_2 îi aparţin rezervele din raioane şi zăcăminte distincte. stabilite după coeficientul de conţinut în cărbune, sau rezervele alăturate conturului blocului subdiviziunii „C_1." cum şi rezervele stratelor distincte, a căror destinaţie industrială nu a fost clasificată şi grosimea stratelor s'a luat convenţional.

Tipul II b. Bazinul Karaganda. Aici aparţin stratele de cărbuni de vârsta Carboniferului, având uneori o structură complicată, şi grosimi însemnate. Grosimea şi structura se menţin pe distanţe mari. Particularităţile petrografice ale cărbunilor permit identificarea stratelor după spori şi alţi indici. Grosimea stratelor exploatabile variază dela 0,60 la 8,00 m. Stratele de cărbuni se caracterizează prin constanţa relativă a sortimentului în zăcăminte separate, însă sunt variabile după conţinutul în cenuşă.

După stabilitate, stratele se împart în stabile (k_{10}, k_{12}) şi relativ stabile (toate celelalte strate).

După gradul de dislocare al masivului de cărbune, zăcămintele bazinului Karaganda se împart în trei subgrupe:

a) cu suprafeţe de construcţie geologică simplă (sectorul industrial în limitele lui vechi);

b) cu suprafețe de construcție geologică complexă, cu cutare complimentară și cu dislocări puternice disjunctive (partea vestică a sectorului industrial, sectorul Saransk);

c) suprafețe puternic dislocate prin falii (sectorul vestic din raionul Ciubai-Nurinsk).

Debitul de apă al suprafețelor de cărbune este mic și nu prezintă greutăți în ce privește executarea lucrărilor de exploatare. Debitul mare de apă îl prezintă masivul din acoperiș. care la deschiderea zăcămintelor. crează uneori greutăți. Explorările se fac prin sondaje cu carotaj. iar în locuri de mică adâncime, prin puțuri și șanțuri de explorare. Exploatarea zăcămintelor se face prin puțuri verticale. mai rar, înclinate. de producție mare sau mijlocie. La exploatarea orizonturilor superioare ale stratelor groase. au loc lucrări de exploatare la zi.

Cărbunele neîmbogățit este întrebuințat în industrie și în transport ca materie primă energetică. cel îmbogățit se cocsifică. Caracteristica generală arătată a tipului permite clasificarea rezervelor. cu respectarea următoarelor condiții:

Pentru subdiviziunea A_2 trebue să fie precis stabilită sinonimia stratelor. Secțiunile geologice se bazează pe lucrări miniere, astfel încât nu lasă posibilitatea ivirii diferitelor variante de exploatare.

Trebue puse în evidență: structura sectorului și elementele principale tectonice, care caracterizează așezarea stratelor; deasemenea trebue să fie puse în evidență grosimea și structura stratelor. Calitatea cărbunilor a fost stabilită după lucrările miniere de explorare, sau din exploatările vecine. Eșantionarea stratelor trebue să asigure caracteristica faliilor stratelor, după sorturile de cărbuni. Regimul hidrogeologic și alte condiții de tehnică minieră au fost lămurite din lucrările miniere de explorare și de exploatare în măsură suficientă, pentru proiectarea minelor. Îndeplinirea condițiilor arătate, în ce privește lucrările miniere de explorare. este asigurată prin desimea celor din urmă, determinată de intervalele dintre direcțiile de explorare: la o structură simplă a sectorului. 1000 m, la o structură complicată 500 m. și pentru sectoare dislocate prin falii puternice. 250 m. Pentru strate relativ stabile, numărul sondelor intermediare se mărește până la lămurirea complectă a variației structurii lor. iar la reducerea grosimii stratului. sub grosimile exploatabile minime, până la conturarea sectorului grosimii exploatabile.

Pentru raportarea rezervelor la cateroria *B*, se cere lămurirea structurii sectorului și a stratelor. a calității cărbunelui și a condițiilor tehnice miniere de exploatare în măsură suficientă. pentru întocmirea sarcinii de proiectare. Aceasta se asigură prin următoarele intervale între direcțiile de explorare și existența sondelor de control intermediare. 2000 m în sectoare simple, 1000 m în sectoare complicate și 500 m în sectoare puternic dislocate și faliate.

Pentru strate stabile se admite extrapolarea la $1/4$ din distanța dintre direcțiile de explorare. In toate celelalte cazuri. raportarea rezervelor la categoria B, nu admite extrapolare.

Subdiviziunii C_1 îi aparțin rezervele pentru care sinonimia stratelor de cărbuni s'a stabilit aproximativ, iar elementele fundamentale de structură ale sectorului au fost scoase în evidență în linii generale. astfel încât permit să se traseze planul de deschidere al sectorului, iar grosimile stratelor de cărbuni variază în limitele condițiilor stabilite.

Calitatea cărbunelui s'a determinat după sondaje, iar condițiile hidrogeologice, după materialele ridicării hidrologice generale Ca urmare. distanța dintre direcțiile de explorare, în prezența sondelor de control intermediare, se ia după cum urmează: sectoare simple — 3000 m; sectoare com-

Scanned with CamScanner

plicate — 2000 m şi puternic deranjate prin falii. 1000 m. Extrapolarea se admite la $1/4$ din distanţele arătate.

Subdiviziunii C_2 îi aparţin rezervele sectoarelor distincte şi ale raioa- nelor enumerate. după coeficientul de conţinut în cărbune, rezervele ală- turate la conturul blocurilor de categorie superioară (C_1) şi rezervele stratelor distincte. ai căror indici industriali n'au fost lămuriţi.

Grupa III. Bazinul Kuzneţk. Depunerile carbonifere ale blocurilor Pa- leogenului superior din bazinul Kuzneţk se deosebesc prin grosime mare, care atinge, pentru fiecare succesiune de strate de cărbuni, câţiva kilo- metri, şi printr'o saturaţie excepţional de mare în strate de cărbuni a masivului carbonifer, care ajunge în unele raioane, până la 14%.

Dintre stratele de cărbune, multe ating grosimea de 14—16 m. Stratele de cărbune au o constanţă care cu toate că este diferită, se menţine re- lativ uniformă, pe suprafeţe însemnate.

După calitatea lor se întâlnesc toate felurile de cărbuni, dela cărbuni cu flacără lungă până la antracit. In unele cazuri (suita Kolciughin), în ce pri- veşte sortimentul, stratele sunt relativ stabile, prezentând o scădere regulată a gradului de carbonizare, în sensul aşezării stratelor, dela cele inferioare spre cele superioare. In alte cazuri (suita Balahonsk), carbonizarea variază în cu- prinsul aceloraşi strate pe direcţie ca şi transversal pe aceasta, cum şi prin creşterea generală a substanţelor volatile, dela stratele inferioare spre cele superioare.

Masivul carbonifer se deosebeşte prin uniformitatea compoziţiei litolo- gice şi prin lipsa orizonturilor distincte, ceeace îngreunează paralelizarea orizonturilor mai mult sau mai puţin îndepărtate între ele şi stabilirea si- nonimiei stratelor de cărbuni. Cea din urmă poate fi executată destul de sigur numai după complexul stratelor de cărbuni şi al rocelor înconjură- toare. Depunerile carbonifere sunt puternic dislocate, începând cu forme cutate, plane, liniştite, (partea centrală şi medie a bazinului) până la strate cutate brusc, dislocate prin falii mici şi mari (partea periferică a bazinu- lui). Uneori, masivul carbonifer este atât de frământat şi de dislocat din cauza faliilor, încât condiţiile de aşezare ale stratelor de cărbune, cum şi rezervele de cărbune din strate nu pot fi clasificate cu precizia necesară prin lucrări miniere de explorare. pentru a putea fi repartizate categoriilor superioare, chiar la o desime mare a punctelor de explorare.

Sectoarele exploatabile se împart, după gradul de dislocare, în trei sub grupe:

1. sectoare cu tectonică liniştită (calmă) unde au loc structuri calme mai ales cele cutate orizontal, nedislocate prin falii sau foarte puţin afec- tate de falii;

2. sectoare cu tectonică complicată ,caracterizate prin desvoltarea struc- turilor cutate, mari şi mici, complicate prin falii de diferite forme şi dimen- siuni;

3. sectoare cu tectonică foarte complicată, dislocate de o reţea de falii mari şi mici, însoţite de deformaţiile stratelor de cărbuni (strangulări, umflări, deplasări de falii, sfărâmarea cărbunelui şi alte fenomene).

După stabilitate, stratele de cărbune se împart, deasemenea, în trei sub grupe şi anume: 1. stabile, 2. relativ stabile şi 3. nestabile.

Primei subgrupe îi aparţin stratele care menţin bine particularităţile structurilor la variaţia grosimii, care nu depăşeşte 25%. Stratele au o grosime destul de mare şi, în limitele sectorului cercetat, nu au grosimi apro- piate de grosimea minimă exploatabilă.

Subgrupei relativ stabile îi aparţin strate a căror variaţie de grosime atinge 50%, însă la aceasta nu se întâlnesc grosimi inferioare, grosimi mi- nime exploatabile. Acestei grupe îi aparţin şi stratele cu structură com-

plicată, care, deşi menţin grosimea medie a masivului de cărbune, au un număr variabil de pachete de strate de cărbune şi de intercalaţii de roce sterile.

Subgrupei a treia îi aparţin strate cu variaţii puternice în ce priveşte grosimea şi structura, care parţial nu sunt exploatabile în limitele sectorului cercetat, din cauza micşorării grosimii, a diluării cu rocă sterilă sau din cauza înlocuirii cărbunelui prin şisturi cărbunoase.

Debitul de apă nu împiedică exploatarea, însă, în sectoare acoperite cu depuneri afânate, puternic acvifere, săparea puţurilor întâmpină greutăţi mari. Condiţia esenţială care complică exploatarea este dislocarea aşezării stratelor prin falii şi greutatea găsirii părţilor deplasate ale stratelor, provocate de particularităţile masivului carbonifer.

Tendinţa cărbunilor la autoaprindere mai ales în stratele foarte groase prezenţa gazelor şi a prafului, sunt caracteristice bazinului.

Plecând dela caracteristica generală a bazinului, expusă mai sus, şi menţinând condiţiile clasificării rezervelor în vigoare, rezervele se repartizează la o categorie sau alta, în următoarele condiţii.

Pentru repartizarea rezervelor la subdiviziunea A_2, se cere ca ele să fie explorate prin sondaje şi să fie situate în interiorul conturului, construit cu lucrări miniere de explorare. Pentru aceasta trebue ca la toate sectoarele cu o tectonică calmă şi în funcţie de stabilitatea stratelor, distanţa dintre direcţiile de explorare să nu fie mai mare decât: a) la strate stabile 1000 m —, b) la strate relativ stabile — 500 m şi c) la strate nestabile — 250 m. Pentru sectoarele care aparţin după structura tectonică subgrupelor a doua şi a treia, desimea reţelei de explorare, în comparaţie cu cea arătată, se măreşte până la gradul care va asigura lămurirea detaliilor tectonicei.

Pentru repartizarea rezervelor la categoria B, în sectoare cu o tectonică calmă, distanţa dintre direcţiile de explorare se dublează, corespunzător cu intervalele care se iau la repartizarea rezervelor subdiviziunii A_2. Afară de aceasta, se admite extrapolarea peste conturul interior cu 1/4 din intervalul ales pentru categoria dată. In sectoarele cu o tectonică complicată sau foarte complicată, reţeaua de explorare se îndeasă până la gradul care asigură stabilirea sinonimiei straturilor şi a elementelor de bază ale tectonicei.

Subdiviziunii C_1 îi aparţin rezervele alăturate conturului rezervelor din categoria B, cum şi rezervele explorate printr'o reţea de explorare mai rară, sau stabilită după desvelirile naturale sau artificiale puţin numeroase.

Subdiviziunii C_2 îi aparţin rezervele zăcămintelor raioanelor distincte, calculate după conţinutul coeficientului în cărbune, sau rezervele alăturate conturelor rezervelor din subdiviziunea C_1.

Grupa IV. Bazinul Celeabinsk. Pentru acest bazin sunt caracteristice următoarele particularităţi fundamentale: stratele de cărbuni ating o grosime însemnată şi au o structură complicată. Deseori, stratele se împart în pachete separate şi se efilează. Stratele au o amplasare întreruptă în interiorul depunerilor carbonifere. Masivul carbonifer este adunat în cute şi este complicat prin recutări mărunte şi prin falii.

Rocele înconjurătoare se deosebesc printr'o succesiune deasă a stratelor, printr'o variaţie rapidă a conţinutului litologic al secţiunii şi prin treceri reciproce treptate dela varietăţile argiloase la cele nisipoase, ceeace îngreunează punerea în evidenţă a orizonturilor indicatoare. Cel mai sigur orizont indicator al masivului carbonifer este reprezentat prin stratele de cărbuni.

Variaţia grosimii şi a structurii stratelor distincte, se face neuniform, la o efilare generală regulată şi la ramificarea stratelor de cărbuni.

Explorarea prin sondaje nu permite să se stabilească comportarea intercalaţiilor separate de cărbuni şi de roce, în interiorul stratelor de cărbuni.

groase şi complexe. Aceste date se obţin prin explorarea de exploatare. Calitatea şi cantitatea cărbunelui din strate separate se stabileşte destul de bine prin sondaje de explorare. Eroarea cea mai mare în determinarea rezervei şi a conturului ei, are loc în zona de efilare a stratelor.

Masivul de cărbune este reprezentat mai ales prin două varietăţi de cărbuni, cu un conţinut în cenuşă în limitele condiţionale şi cu conţinutul ridicat în cenuşă. Ultima varietate are o răspândire mai mare în părţile extreme ale zăcămintelor.

In condiţiile date, pe baza cerinţelor generale de împărţire a rezervelor în categorii, subdiviziunii A_2 îi aparţin rezervele, explorate prin reţea, cu desimea caracterizată prin intervale între lucrările miniere de explorare de 75—200 m, şi între direcţiile de explorare, până la 500 m. In părţile extreme ale zăcământului, distanţa dintre direcţii se micşorează până la 125—250 m. Se păstrează desimea indicată a punctelor de explorare din subdiviziunea A_2 şi pentru stabilirea rezervelor din interiorul conturului, construit după lucrările miniere de explorare şi de exploatare în limitele acelui plan al cutei, ale cărei caracteristice au fost urmărite pe direcţie.

Pentru raportarea rezervelor la categoria *B*, desimea reţelei punctelor de explorare se determină prin intervale: între lucrările miniere, pe linii de 125—250 m, şi între linii de 500—1.000 m.

Subdiviziunile C_1 şi C_2 se evidenţiază în concordanţă cu indicaţiile generale ale instrucţiunilor pentru zăcămintele carbonifere.

Grupa V. Sucean. Pentru acest bazin sunt proprii următoarele particularităţi fundamentale. Zăcămintele sunt puternic dislocate. Atât tectonica plicativă, cât şi cea disjunctivă sunt exprimate foarte clar. Stratele de cărbuni, ca orizonturi, se menţin, însă sunt variabile după grosime şi calitate. Cele din urmă depind, în mare măsură de condiţiile de zăcământ. Masivul de cărbune, după planurile de slăbire, este întretăiat de rocele eruptive, prin apariţia metamorfismului de contact. Cărbunii sunt reprezentaţi prin diverse mărci, dela cărbunii cu flacără lungă, până la antracit. Calitatea cărbunelui, în limitele unuia şi aceluiaşi strat, variază atât pe direcţie, cât şi pe înclinare. Debitul de apă nu împiedică exploatarea. In timpul ploilor mari de vară, trebue să se ia măsuri preventive contra inundării lucrărilor miniere de apele dela suprafaţă.

Particularitatea structuri tectonice a zăcământului cere: 1. la explorarea orizonturilor superioare, paralel cu alte metode de lucrări de explorare, să se execute şi lucrările miniere de explorare; 2. stabilirea contactului dintre rocele eruptive şi cele sedimentare, prin metoda geofizică; 3. executarea la minele în exploatare a lucrărilor de explorare înaintate în cărbune, în direcţia lucrărilor miniere de pregătire. Variaţia rapidă a calităţii cărbunelui pretinde o reţea comparativ deasă a eşantionării stratelor de cărbune.

Subdiviziunii A_2 îi aparţin rezervele, explorate prin sondaje, şanţuri, puţuri de explorare, cu aplicarea lucrărilor miniere de explorare, pentru eşantionare.

Prin urmare, grosimea stratelor, calitatea cărbunelui şi condiţiile de exploatare în orizonturile superioare trebue să fie puse în evidenţă printr'o exploatare de încercare, iar în adâncime, prin sondaje. Aci, distanţa dintre sonde, transversal pe direcţie, nu trebue să fie mai mare ca 250 m, pentru stratele stabile şi că 100—150 m, pentru celelalte strate.

Paralelizarea stratelor şi structura zăcământului se stabilesc prin urmărirea stratelor principale de cărbuni pe direcţie, prin puţuri de explorare săpate la intervale de maxim 50 m, iar transversal prin sondaje la distanţă de 250 m prin linia puţurilor de explorare, la fiecare 500 m şi linia sondajelor la fiecare 250 m.

Pentru repartizarea rezervelor la categoria B se cere ca conturile rocelor eruptive să fie stabilite prin cercetări geofizice, iar stratele de cărbuni să fie urmărite pe direcţie prin puţuri de explorare, la intervale de maxim 100 m, şi transversal pe direcţie, prin sondaje la interval de maxim 500 m.

Rezervele de categoria B determinate şi cu datele rezervelor de categoria A_2, vecine, nu pot depăşi lungimea de 100 m pe înclinare. Rezervele subdiviziunii C, cer urmărirea prin lucrări miniere de explorare pe aflorimentele stratelor de cărbuni principale, la intervale care nu depăşesc 300 m. Desimea reţelei sondajelor poate fi determinată prin intervalul dintre cele din urmă până la 1 km. Subdiviziunea C_2 se pune în evidenţă în acelaşi fel, ca la alte tipuri de zăcăminte carbonifere.

3. CLASIFICAREA REZERVELOR ZĂCĂMINTELOR DE SUBSTANŢE MINERALE UTILE METALIFERE

a) Gruparea zăcămintelor metalifere după factorii naturali, care determină metoda lucrărilor de explorare şi condiţiile de clasificare a rezervelor

Grupa I. Zăcăminte de dimensiuni mari ,de formă simplă, cu conţinut uniform al componentului, pot fi explorate prin sondaje, cu desimea normală a reţelei de sonde, până la subdiviziunea A_2; lucrările miniere se fac numai pentru controlul datelor eşantionării sondajelor şi pentru culegerea probelor tehnologice, în obiective explorate din nou.

Proiectele tehnice şi lucrările de investiţii se execută numai pe baza rezervelor de categoria A.

Acestei grupe îi aparţin zăcămintele de minereuri de fier şi de mangan de tipul celor din Kerci şi Ciatur, zăcămintele stratiforme din Krivoi Rog, stratele de bauxită şi zăcămintele de minereuri de cupru din Djezkazgan.

Grupa II. Zăcăminte de dimensiuni mari de formă diferită, uneori complicată, cu neuniformitate în distribuţia componentului util. Rezervele din categoria A_2 pot fi stabilite numai cu condiţia, ca reţeaua de sonde să fie pronunţat îndesită, iar lucrările miniere să participe în mod obligator. Lucrările de foraj, cu desimea normală a reţelei de sonde, se permit la explorarea rezervelor de categoria B, dacă zăcământul a fost explorat prin lucrări miniere, cel puţin în punctele de separare a zonelor primare şi secundare. Combinarea forajului cu lucrări miniere prezintă cea mai bună metodă de explorare şi de omologare a zăcământului, pentru scopurile proiectării.

Proiectele tehnice şi lucrările de investiţii se întocmesc pe baza rezervelor de categoria B, numai în prezenţa unei cantităţi mici de rezerve de categoria A. Acestei grupe îi aparţin majoritatea zăcămintelor de pirită din Urali, zăcămintele de cupru şi zăcămintele polimetalice din munţii metalici din Altai, cum şi alte zăcăminte analoage.

Grupa III. Zăcăminte de forme diferite, cu distribuţia neuniformă a componentului util. Rezervele categoriilor A şi B pot fi puse în evidenţă, numai cu ajutorul lucrărilor miniere, cu distanţe normale între lucrările miniere de pregătire şi de exploatare a corpurilor de minereu. In cazul unei mineralizări puternice şi uniforme sau a unei mineralizări complicate neuniforme, scopul lucrărilor de sondaje se reduce la punerea în evidenţă a rezervelor de categoria C_1 şi în unele cazuri, a celor de categorea B.

Intocmirea proiectelor şi a lucrărilor de investiţii se admite numai în baza sumei rezervelor de categoria A_2+B+C_1; rezervele A_2 şi B asi-

gurând producţia pe cel puţin un an a întreprinderii proiectate. Grupei a treia îi aparţin unele zăcăminte filoniene aurifere, caracterizate prin dimensiunile destul de mari ale câmpurilor miniere, zăcămintele de volfram şi de molibden şi zăcămintele polimetalice de formă complicată, puternic dislocate prin falii.

Grupa IV. Zăcămintele care, după compoziţie şi distribuţia componentului util, sunt asemănătoare cu zăcămintele din grupa III, se deosebesc de această grupă ,numai prin dimensiunile mici ale corpurilor de minereu şi prin formă mai complicată. Explorarea pentru categoria A_2 devine, în cele mai munte cazuri, imposibilă. Rezervele de categoria B pot fi determinate numai prin lucrări miniere de pregătire, explorarea prin sondaje fiind aplicată numai pentru evaluarea rezervelor generale de perspectivă, de categoria C_2 şi, parţial, de categoria C_1, ţinând seamă de datele rezultate din lucrările miniere de pregătire.

Proiectele tehnice şi lucrările de investiţii se întocmesc în baza rezervelor B şi C_1, cu condiţia ca rezervele de categoria B, să asigure cantitativ producţia anuală. Grupei IV îi aparţin zăcămintele de staniu de tipul Kalbia orientală, Onin şi zăcămintele aurifere complexe.

Grupa V. Zăcămintele sub formă de cuiburi de dimensiuni mici. Explorarea sistematică pentru determinarea rezervelor de categoria A şi B este deobicei imposibilă. Numai o parte din rezerva C_1 se omologhează, iar cea mai mare parte din rezerva de perspectivă rămâne în categoria C_2. Explorarea prin sondaje obişnuite şi în unele cazuri forajul subteran au ca scop să limiteze aproximativ zonele de mineralizare posibile, sau să găsească direct cuiburile distincte, care se exploatează imediat. Condiţiile naturale impun începerea executării exploatării şi a lucrărilor de investiţie ale zăcămintelor de acest tip, la un nivel foarte redus de cunoaştere a rezervelor. Lucrările de investiţii sunt foarte riscante. Reprezentanţii caracteristici ai acestei grupe sunt minele de smaragde şi cuiburile de platină din Urali.

Aici, rezerva de categoria A nu se împarte în A_1 şi A_2.

b) Clasificarea rezervelor şi condiţiile de repartizare la categorii a grupelor puse în evidenţă prin lucrări de explorare

Categoria A. Acestei grupe îi aparţin:

rezervele de zăcământ din prima grupă, puse în evidenţă prin sondaje, prin lucrări miniere sau prin combinarea acestora;

rezervele zăcămintelor din grupa II, puse în evidenţă prin lucrări miniere sau în combinaţie cu sondaje;

rezervele zăcămintelor din grupa III, cuprinse în conturul de interpolare dintre lucrările miniere;

rezervele zăcămintelor din grupa IV şi V, la distanţă normală între lucrările miniere, nu pot fi repartizate la categoria A.

Pentru a clasifica rezervele la subdiviziunea A_2 este absolut necesar să se îndeplinească următoarele condiţii:

1. Cunoaşterea în fiecare bloc a formei corpului de minereu, a distribuţiei tipurilor naturale şi a sorturilor condiţionate ale volumului şi ale tonajului de minereu, cu precizia suficientă începerii exploatării.

2. Existenţa datelor complecte cu privire la compoziţia minereurilor. Clasificarea raporturilor calitative ale minereurilor filoniene, distribuţia lor, structura şi textura minereurilor, caracterul concreşterilor şi dimensiunile agregatelor şi ale grăunţelor.

Caracteristica compoziției chimice a minereurilor și variația ei după toți componenții utili și sterili. Existența datelor cu privire la compoziția rocelor mineralizate din culcuș și acoperiș și la distribuția metalelor valoroase după componenți minerali aparte (nichel în sulfuri și silicați, fier în magnetită, etc.).

3. Existența unei caracteristice tehnologice complecte după datele cercetărilor de laborator și semiindustriale, care asigură întocmirea proiectului de preparare sau de tratament metalurgic.

4. Punerea complectă în evidență a factorilor naturali, care determină condițiile de executare a lucrărilor miniere de exploatare, incluziv duritate, gradul de fisurare și rezistența minereului și a rocelor incluse, a elementelor de zăcământ, a tectonicei, a debitului și a afluenței apelor subterane în lucrările miniere.

5. Conturarea fiecărui panou în parte, din patru sau trei laturi sau, în cel mai rău caz, urmărirea lui pe două laturi prin lucrări miniere, pe toată grosimea corpului de minereu, la distanțe, între lucrările miniere, care să nu depășească pe cele normale. Dacă panoul este deschis prin lucrări miniere pe direcție și înclinare, și nu pe toată grosimea lui, pentru repartizarea rezervelor la categoria *A* sunt necesare străpungeri sau sondaje, care să traverseze corpul de minereu pe toată grosimea lui și care să fie distanțate la 20—30 m una de alta.

6. Distanțele dintre punctele de luare a probelor în lucrări miniere trebue să corespundă variației componenților utili.

7. Dacă explorarea s'a cercetat prin forajul rotativ, pentru repartizarea rezervelor la categoria A_2, sunt necesare:

a) carotajul de cel puțin 70%, adunarea sistematică a noroiului de forare și a turburelii, în cazul când există pericolul unui carotai incomplect;

b) rezultatele satisfăcătoare ale controlului datelor obținute din sondaje prin lucrări miniere;

c) ridicarea sistematică a deviațiilor sondelor.

8. Experimentarea determinării greutății volumetrice a minereurilor (a celor compacte după probe, iar a celor afânate sau cu graisuri, prin excavare din panou).

9. Determinarea umidității minereurilor poroase, afânate sau cu graisuri (caverne).

10. Precizia necesară a analizelor chimice, stabilită după un număr destul de mare de determinări de control (eroarea analizelor nu trebue să depășească normele din instrucțiuni).

11. Existența planurilor geologice ale suprafeței zăcământului, pe bază topografică exactă, pentru prima și a doua grupă la scara 1/2000 și a planurilor geologice ale lucrărilor miniere din subteran, pe baza topografică minieră, la scara de 1/1000, pentru zăcămintele din grupa a treia și, corespunzător, de 1/1000 și 1/500, pentru grupa a patra.

Subdiviziunea A_1 se pune în evidență la zăcămintele din prima și a doua grupă în limitele panourilor, conturate din patru sau trei părți, prin lucrări miniere săpate la distanțele stabilite.

Zăcămintele din grupa a treia, a patra și a cincia, nu se repartizează la subdiviziunea A_1.

La categoria B se repartizează:

rezervele zăcămintelor din prima grupă, puse în evidență prin lucrări miniere și sondaje, sau prin combinarea lor; la aceasta se admite extrapolarea pentru maxim 1/4 din distanța dintre lucrările miniere;

rezervele zăcămintelor din grupa a doua în conturul interpolării dintre sondaje sau lucrări miniere;

rezervele zăcămintelor din grupa a treia și a patra în conturul interpolării dintre lucrările miniere.

Rezervele zăcămintelor din grupa a cincia ,la distanță normală între lucrări miniere, nu pot fi repartizate la categoria B.

La repartizarea rezervelor în categoria B, trebue să se îndeplinească următoarele condiții:

1. Cunoașterea formei corpului de minereu, a distribuției tipurilor naturale și a sortimentelor condiționate; cunoașterea volumului și greutății minereurilor fără detalierea lor pe fiecare panou, însă suficientă pentru determinarea sigură a rezervelor. în limitele întregului contur al categoriei date.

2. Existența datelor complecte cu privire la compoziția mineralogică și chimică a minereurilor, după componenții lor utili de bază. Este deasemenea obligatorie prezentarea acelorași date despre componenții secundari sau dăunători, în cazul când amestecul lor are o importanță hotărîtoare. în evaluarea zăcământului. Evidența caracterului diseminării componenților principali și distribuția metalelor valoroase pe componenții minerali distincți.

3. Cercetări de laborator pentru stabilirea gradului de preparare sau de prelucrare tehnologică pentru minereurile complexe.

4. Existența datelor privitoare la condițiile hidrogeologice ale zăcământului și la proprietățile fizice ale minereurilor și ale rocelor înconjurătoare, dacă lipsa acestor date nu permite rezolvarea problemei privitoare la condițiile de exploatare ale zăcământului.

5. Distanța dintre lucrările miniere trebue să asigure o interpolare sigură a datelor de explorare și nu trebue să depășească valoarea distanțelor. stabilită pentru grupa dată.

6. Distanțele dintre punctele de luare a probelor nu trebue să depășească pe cele stabilite.

7. La forajul cu carote, carotajul trebue să fie de minim 50%. Noroiul și turbureala trebue să fie în întregime adunate iar ridicarea devierii sondelor trebue să fie executată sistematic (minim. la fiecare 50 m).

8. Determinarea experimentală a greutății volumetrice după probe.

9. Determinarea umidității, în cazul minereurilor poroase și cu graisuri.

10. Valoarea erorii medii a analizelor chimice nu trebue să depășească pe cea stabilită, pentru analize tehnice complecte.

Cerințele față de planurile geologice și de bază topografică sunt aceleași ca și pentru rezervele subdiviziunii A_2.

Categoria C. Subdiviziunii C_1 îi aparțin:

Rezervele zăcămintelor deschise și eșantionate prin lucrări miniere, numai dela suprafață, cum și rezervele probabile stabilite pe baza datelor geologice și geofizice, după limitele panourilor explorate. care aparțin categoriilor superioare; rezervele zăcămintelor din prima, a doua și a treia grupă. dacă distanțele dintre lucrările miniere de explorare nu permit repartizarea lor la categoriile superioare, cum și rezervele din grupa a treia și. parțial. din grupa a patra, explorate prin sondaje, cum și rezervele din grupa a cincia. explorate prin lucrări miniere.

Rezervele zăcămintelor care au fost de mult explorate, exploatate și părăsite. în cazul când datele vechi nu s'au păstrat, sau sunt puțin verosimile.

Rezervele se repartizează subdiviziunii C_1 în următoarele condiții:

1. Formele. dimensiunile și elementele de zăcământ, ale corpului de minereu sunt cunoscute în linii generale. Volumul și greutatea minereului sunt calculate în limitele conturului convențional, pe baza datelor de explorare și care nu sunt suficiente pentru repartizarea rezervelor în categorie superioară, sau prin extrapolare parțială, în limitele conturului explorat.

Scanned with CamScanner

2. Conținutul de metal în minereu este stabilit pe baza eșantionării incomplecte și rare, sau prin extinderea asupra panourilor neexplorate a datelor de eșantionare. din blocurile vecine.
3. Calitatea substanței minerale utile, natura minereului și condițiile exploatării, sunt stabilite pe baza considerațiilor geologice.
4. Fiecare corp de minereu nou trebue să fie urmărit pe direcție, prin șanțuri, prin puțuri de explorare sau prin sondaje. cu o detaliere suficientă pentru determinarea grosimii, a extinderii și a elementelor de zăcământ. Datele geofizice pot servi ca bază pentru repartizarea rezervelor la subdiviziunea C_1, numai în cazul combinării lor cu rezultatele explorării.
5. Planurile geologice trebue să fie bazate pe ridicarea cu aparate de măsurat sau, în caz extrem, pe o măsurare semi-instrumentală.
Repartizarea rezervelor la subdiviziunea C_2 se condiționează de:
1. Existența hărții geologice a sectorului minier, care dă posibilitatea să se determine schematic forma și dimensiunile corpului de minereu.
2. Existența unui număr oarecare de probe, luate obiectiv ,care caracterizează compoziția minereurilor și conținutul componentului util.
3 Existența materialului cartografic parțial și a datelor de arhivă privitoare la conținutul în metal, în cazul zăcămintelor exploatate anterior.

c) Desimea lucrărilor miniere

Instrucțiunile în vigoare recomandă următoarea desime a lucrărilor minieră, necesară repartizării rezervelor la subdiviziunea A_2.
Pentru zăcămintele din prima grupă. distanțele dintre lucrările miniere pe direcția zăcământului pot atinge 100 m. și pe înclinare, 60 m. Pentru zăcămintele din grupa a doua și a treia. distanțele indicate se determină prin dimensiunile panourilor pe direcția și înclinarea zăcământului.
Zăcămintele din grupa a patra nu se repartizează la subdiviziunea A_2. Pentru primele două grupe ale zăcămintelor, rezervele pot fi repartizate la subdiviziunea A_2, în cazul explorării lor prin sondaje și puțuri de explorare. cu distanța între cele din urmă de 100 m, pentru prima grupă, și de 25—50 m, pentru grupa a doua. In grupa a treia și a patra, rezervele subdiviziunii A_2 trebue să fie studiate, după datele obținute din lucrările miniere.
La categoria B se repartizează rezervele prin menținerea următoarelor intervale între lucrările miniere.
Pentru zăcămintele din prima grupă, distanța dintre lucrările miniere pe direcția și înclinarea zăcământului poate atinge 100 m. Pentru grupa a doua și a treia, distanțele se determină prin dimensiunile dublate ale panourilor pe direcție și pe înclinare. Pentru grupa a patra, distanțele dintre lucrările miniere sunt egale cu dimensiunile panoului pe direcție și pe înclinare. La explorarea zăcământului prin sondaje și puțuri de explorare, intervalele dintre ele pot atinge 200 m pentru prima grupă, iar pentru cea de a doua grupă. 50—100 m.
In grupa a treia și a patra ,rezervele categoriei B, ca și rezervele subdiviziunii A_2. trebue să fie studiate după datele obținute din lucrările miniere. Distanțele dintre punctele de luare a probelor în lucrările miniere, la stabilirea rezervelor de categoria A_2 și B, sunt admise după cum urmează: grupa întâi, până la 20 m; grupa a doua, 3—5 m; grupa a treia. 2 m și grupa a patra. 1—2 m.

4. CLASIFICAREA REZERVELOR ZACAMINTELOR ALUVIONARE

Zăcămintele aluvionare, după indicii lor, care determină metoda lucrărilor de explorare și condițiile de repartizare a rezervelor la categorii. se împart în trei grupe (13).

Grupa I. Zăcământul aluvionar este uniform, orizontul productiv, după conținutul său litologic, este pus în evidență. Este caracterizat prin distribuția uniformă a componentului util. Stratul productiv este reprezentat prin nisipuri de râu și nu conține material în sfărâmături mari. Granulele componentului util sunt rotunjite. Stratul este drept și cu o înclinare neînsemnată și uniformă.

Grupa II. Zăcămintele aluvionare sunt uniforme, orizontul productiv este pus în evidență prin eșantionare. Grosimea zăcământului aluvionar și raportul nisipurilor și al turbei sunt comparativ constante.

Stratul productiv este fluvial, cu o cantitate mică de material mare de sfărâmare. Granulele componentului util sunt puțin rotunjite. Se observă concreșteri între mineral și roce sterile. Stratul nu este drept și are o înclinare pronunțată.

Grupa III. Zăcămintele aluvionare sunt neuniforme în ce privește grosimea lor și raportul dintre nisipuri și turbă, și cu o fluiditate care variază mai repede.

Stratul productiv conține materialul de sfărâmare nesortat. In lungul văilor au loc întreruperi dese. Lățimea stratului nu este mare. Granulele componentului util nu sunt rotunjite. Concreșterile lor cu fragmente filoniene sunt dese. Stratul nu este drept, cu înclinare mare și cotituri.

Desimea rețelei de explorare se determină prin constanta indicilor aluviunii și se caracterizează calitativ prin distanța dintre direcțiile de explorare și distanța dintre direcțiile de exploatare. Distanța minimă dintre direcțiile de explorare stabilite prin instrucțiuni este dată în tabela 21.

Tabela 21

Distanțele limită între liniile de explorare în cazul includerii rezervelor zăcămintelor aluvionare în diversele categorii

Categorii de rezervă	Grupe de zăcăminte aluvionare		
	I	II	III
A	200	100	50
B	600	300	100
C	1800	900	300

Distanța dintre lucrările miniere se ia astfel, încât să fie asigurată punerea în evidență a stratului productiv de lățime minimă. Distanțele maxime între lucrările miniere pe direcție sunt pentru zăcămintele aluvionare din grupa întâi, de 40 m, pentru grupa a doua, 20 m, și pentru grupa a treia, 10 m. Pentru rezervele zăcămintelor aluvionare, împărțirea categoriei *A* în A_1 și A_2 nu se face. Categoria *A* și *B*, din punct de vedere al gradului de studiere și de explorare, se determină prin intervalele direcțiilor de explorare, indicate mai sus. La repartizarea rezervelor la categoria *A* și *B* se cere îndeplinirea unei serii de condiții.

Forma și condițiile de zăcământ trebue să fie puse în evidență, cu complexitatea necesară exploatării, prin traversarea completă a stratului productiv, prin liniile de explorare și prin lucrări miniere. Conținutul mineralogic al șlicului trebue să fie studiat amănunțit și trebue să fie executate analizele chimice ale mineralelor utile. Analiza mecanică a materialului de depuneri afânate trebue să fie executată separat pentru nisipuri și

Scanned with CamScanner

turbă, pentru sectoarele tipice ale zacământului aluvionar. Trebue să fie puse în evidenţă, deasemenea, condiţiile hidrogeologice, şi trebue obţinute datele asupra extinderii zonei de îngheţ permanent şi asupra adâncimii şi duratei îngheţului sezonier.

Datele referitoare la gradul de spălare a nisipurilor trebue să fie obţinute, pentru categoria A, prin exploatări de încercare, şi pentru categoria B, prin spălarea materialelor scoase din puţurile de explorare. Afară de aceasta se cer rezultate satisfăcătoare ale puţurilor de explorare de control, ale analizelor chimice de verificare a şlicurilor şi determinarea greutăţii volumetrice a nisipurilor, după diverse fâşii litologice.

Pentru repartizarea rezervelor la subdiviziunea C_1, se cere o anume desime a liniilor de explorare indicate mai sus şi punerea în evidenţă, în linii generale, a indicilor zăcământului aluvionar enumeraţi mai sus. Rezervele neexplorate şi probabile, rezultate prin interpretări geologice, se repartizează la subdiviziunea C_2.

5. RAPORT ASUPRA CALCULULUI REZERVELOR

Rezultatele calculului rezervelor şi materialelor necesare omologării rezervelor de către Comisia Rezervelor pentru întocmirea proiectului de exploatare a zăcământului se trec într'un raport. Raportul se compune din următoarele părţi: partea de explorare geologică, tabelele cu calculul rezervelor şi materialele grafice şi de documentare.

Partea de explorare geologică trebue să dea caracteristica complectă a zăcământului şi trebue să conţină descrierea detaliată a tuturor lucrărilor de explorare geologică executate, cu rezultatele obţinute. Deobicei, întocmirea ei se face după următoarea schemă: noţiuni generale despre raionul zăcământului, scurtă caracterizare geologică a regiunii, descrierea zăcământului, lucrările de explorare geologică şi rezervele substanţei minerale utile.

In prima parte se trec următoarele noţiuni: istoricul cercetării zăcământului, poziţia sa geografică, o scurtă descriere orohidrografică şi caracteristica scurtă economică a raionului.

Partea a doua conţine caracteristica generală geologică, stratigrafia şi tectonica raionului.

Partea a treia conţine descrierea zăcământului; acesta este capitolul principal şi trebue să cuprindă următoarele date: structura geologică a sectorului, descrierea aşezării şi a formei zăcământului, tectonica, compoziţia mineralogică şi chimică a substanţei minerale utile, geneza zăcământului, caracteristica tehnologică a substanţei minerale utile şi condiţiile hidrogeologice şi de tehnică minieră ale exploatării.

In partea „Lucrări geologice de explorare" se dă o descriere scurtă a ridicărilor topogeodezice, geologice, a lucrărilor geofizice şi de prospecţiuni, şi se caracterizează metodologia şi volumul lor. Mai departe se dă metodologia şi motivarea lucrărilor de explorare exe-

Scanned with CamScanner

cutate, cum și metodologia eșantionării și justificarea ei. In fine, la încheierea capitolului principal se determină volumul și direcția viitoarelor lucrări geologice de explorare și ale lucrărilor științifice de cercetare pentru studierea zăcământului, cum și evaluarea costului lucrărilor geologice de explorare executate, raportate la o tonă de substanță minerală utilă.

Partea „Rezervele substanței minerale utile“ cuprinde: descrierea și motivarea metodelor aplicate la calculul rezervelor substanței minerale utile și a componenților valoroși; expunerea condițiilor substanței minerale utile intrate în calcul, grosimea minimă exploatabilă, conținutul minim exploatabil al componenților utili, conținutul maxim al componenților dăunători; explicația construcțiilor grafice și a conturării zăcămintelor, cum și descrierea schemei acceptate, de împărțire a zăcământului în panouri și categorii; metodologia determinării indicilor medii; rezervele zăcământului, generale și pe sectoare, panouri și asortimente distincte.

Totalitatea tabelelor calculului rezervelor, care se anexează la raport conțin: tabele de calcul al valorilor medii ale indicilor (grosimile, conținuturile) după lucrări miniere și panouri; tabele de calcul al rezervelor în măsuri de volum și greutăți după panouri, sectoare și zăcăminte; tabela centralizatoare a rezervelor după tipuri, sortimentele substanței minerale utile și categoriile rezervelor.

Raportul calculului rezervelor este însoțit de următoarele materiale grafice:

1. Harta generală a regiunii zăcământului la scară mică (1/500 000—1/1 000 000), cu indicarea tuturor zăcămintelor substanțelor minerale utile explorate sau exploatate, centrele mari locuite, căi de comunicație și elementele orohidrografice mai importante.

2. Harta geologică a întregii regiuni, la scara 1/450 000—1/100 000, și harta geologică a regiunii zăcământului la scara 1/5000—1/10 000 (pentru zăcămintele de minereuri și pentru cele aluvionare) și secțiunile ei.

Pe hărți, afară de elementele geologice, se indică și rețeaua geodezică de reper, relieful suprafeței, centrele locuite, rețeaua hidrografică și contururile sectoarelor de lucrări detaliate de ridicare geologică și de explorare.

3. Planul geologic al zăcământului (foaie de explorare) la scara planurilor principale topografice miniere (1/500, 1/1000, 1/2000). Pentru unele zăcăminte carbonifere, scara poate fi luată până la 1/5000—1/10 000. Pe plan se arată, pe lângă elementele obișnuite ale suprafeței, contururile zăcămintelor și lucrările miniere de explorare și de exploatare. Planul este însoțit de sistemul de secțiuni, care caracterizează structura zăcămintelor.

4. Planurile topografice miniere pe strate sau pe orizonturi, la scările stabilite.

5. Coloanele litologice stratigrafice normale și coloanele comparative ale stratelor de cărbuni după sonde (pentru zăcăminte cu multe strate de cărbuni).

6. Planurile de eșantionare a suprafeței și a orizonturilor, cu lucrări miniere la scara planurilor principale topografice miniere, sau la o scară și mai mare (1/200, 1/500).

7. Planurile de structură și de calitate, la scara planului geologic al zăcământului, care dau caracteristica generală a formei zăcământului și a indicilor substanței minerale utile.

8. Secțiuni după lucrările de explorare și de exploatare la scara 1/200—1/500, cu indicarea coordonatelor dela gura lucrărilor, cu elementele de zăcământ, cu lungimea și rezultatul eșanționării.

9. Materialele grafice care s'au folosit la determinarea suprafețelor de extindere a zăcământului și a rezervelor în unități de volum și greutate.

Fiecare raport de calcul al rezervelor, din punct de vedere al complexității materialului, trebue să fie astfel întocmit, încât, după datele pe care le conține, să se poată executa controlul concluziilor finale ale calculului și, dacă este nevoie, cel din urmă să poată fi executat din nou. Deaceea, afară de cele enumerate mai sus, raportul trebue să fie însoțit și de următorul material documentar:

1. jurnalele de eșantionare și de analize chimice;

2. tabelele de comparație a analizelor principale de control și de arbitraj;

3. tabelele de calcul al greutăților volumetrice, umidității substanței minerale utile, conținutul componenților utili și dăunători;

4. jurnalele de sondaje;

5. caietele de coordonate ale lucrărilor de explorare și de exploatare.

Acestea sunt elementele principale ale clasificării rezervelor substanțelor minerale utile solide și esența condițiilor de aplicare a lor, la tipurile principale de zăcăminte. In cele ce urmează se vor trata problemele determinării rezervelor exprimate în unități de volum și greutate.

§ 3. PROBLEMELE GEOMETRICE GENERALE CARE SE PUN LA CALCULUL REZERVELOR

Acestea sunt următoarele:

a) conturarea zăcământului substanței minerale utile;

b) determinarea suprafețelor după care se face calculul rezervelor;

c) calculul volumelor.

Prima problemă a fost tratată în capitolul precedent, iar celelalte se tratează mai jos.

1. DETERMINAREA SUPRAFEŢELOR

La calculul rezervelor în unităţi de volum şi greutate, suprafaţa extinderii zăcământului sau a părţii lui separate intră ca element principal în calcul.

Suprafeţele supuse determinării, după forma lor, pot fi întâlnite sub formă de plane şi de suprafeţe topografice. Conturul care delimitează suprafeţele supuse determinării poate fi sub formă de linii frânte sau curbe, închise.

Metoda determinării suprafeţei este condiţionată de caracterul suprafeţei zăcământului, al formei, al conturului de delimitare şi al metodei de calcul al rezervelor.

Se vor analiza metodele principale de determinare a suprafeţelor, aplicabile la calculul rezervelor.

a) Calculul suprafeţelor din coordonatele vârfurilor conturului

Dacă se cunosc din ridicări coordonatele vârfurilor conturului, suprafaţa celui din urmă se poate determina din aceste coordonate, pe cale analitică. La aceasta, precizia de calcul a suprafeţei va depinde de precizia ridicării punctelor de vârfuri, adică poate fi destul de mare. Cu toate aceste calităţi esenţiale, aplicarea acestei metode analitice este puţin folosită în calculul rezervelor.

Se va analiza această metodă, aplicată la determinarea suprafeţei triunghiului.

Fie un triunghi oarecare în limitele conturului interior al zăcământului, limitat de lucrările de explorare *A*, *B* şi *C* (fig. 250).

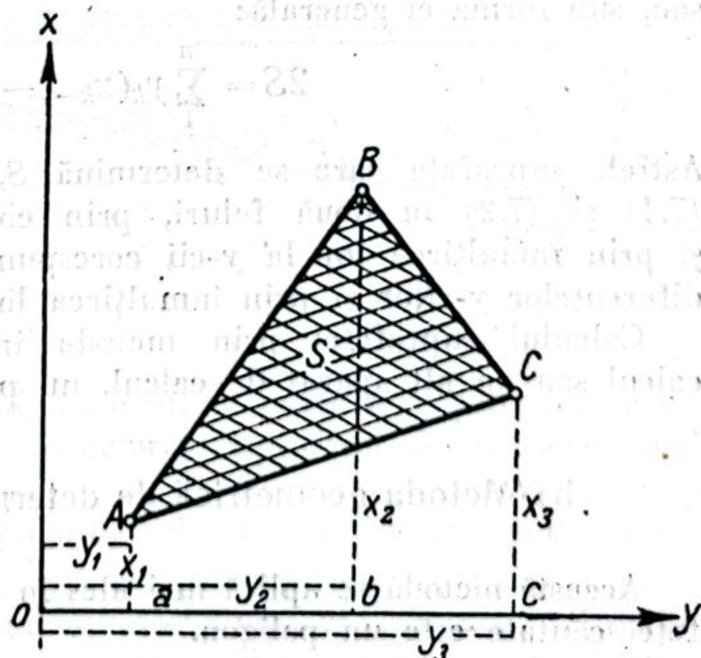


Fig. 250

Suprafaţa triunghiului se poate exprima cu ajutorul suprafeţei trapezului şi anume:

$$S = \text{supr.}\, ABba + \text{supr.}\, BCcb - \text{supr.}\, CAac.$$

Suprafaţa fiecărui trapez se poate exprima prin abscisele şi ordonatele vârfurilor triunghiului, după formula produsului semisumei laturilor paralele cu înălţimea. Vom avea:

$$2S = (x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + (x_2 + x_3)(y_3 - y_2) - (x_3 + x_1)(y_3 - y_1). \quad \text{(a)}$$

In această expresie se deschid parantezele şi se face reducerea termenilor asemenea şi ,grupându-i după abscise, se obţine:

$$2S = x_1(y_2 - y_3) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_1 - y_2) \quad \text{(b)}$$

Sub forma generală, expresia (b) poate fi prezentată sub formă:

$$2S = \sum_1^n x_k(y_{k+1} - y_{k-1}), \quad (7.1)$$

unde $k-1$, k, $k+1$ sunt numerele de ordine ale vârfurilor poligonului.

Expresia prezentată poate fi folosită la calculul suprafeţei poligonului cu un număr oricât de mare de vârfuri.

Prin gruparea membrilor în expresia (a) după ordonate, suprafaţa căutată se va determina cu formula:

$$2S = y_1(x_3 - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_1) \quad \text{(c)}$$

sau, sub forma ei generală:

$$2S = \sum_1^n y_k(x_{k-1} - x_{k+1}). \quad (7.2)$$

Astfel, suprafaţa care se determină S, se calculează cu formulele (7.1) şi (7.2) în două feluri, prin compunerea diferenţelor x-lor şi prin înmulţirea lor la y-cii corespunzători, sau prin compunerea diferenţelor y-cilor şi prin înmulţirea lor cu x.

Calculul suprafeţei prin metoda indicată, folosind maşina de calcul sau un alt aparat de calcul, nu prezintă nici o greutate.

b) Metoda geometrică de determinare a suprafeţelor

Această metodă se aplică mai ales în cazurile când conturul suprafeţei căutate este un poligon.

Suprafaţa căutată (poligonul) se împarte în tringhiuri, dreptunghiuri sau trapeze, ale căror suprafeţe se determină cu formulele geo-

metrice pentru aceste figuri elementare. Suma suprafeţelor figurilor va fi suprafaţa căutată.

Inălţimile şi bazele se iau de pe plan cu distanţierul. Metoda este simplă, însă pentru figuri mici nu asigură precizia necesară.

Această metodă se aplică mai ales la calculul rezervelor cu metoda triunghiurilor, când suprafeţele care intră în calcul se pot împărţi în triunghiuri. Deseori, metoda triunghiurilor se aplică la calculul rezervelor cu ajutorul suprafeţei celei mai apropiate, unde suprafeţele distincte reprezintă poligoane simple.

Condiţia necesară aplicării acestei metode este ca înălţimile şi bazele trapezului sau a triunghiului care urmează să fie măsurate să aibă în plan o mărime suficientă (minim 4—5 cm). In caz contrar, eroarea relativă a măsurării dimensiunilor din plan provoacă o eroare relativ mare la determinarea suprafeţei.

c) Determinarea suprafeţelor cu planimetrul

Suprafeţele delimitate de linii frânte se întâlnesc rar la calculul rezervelor. Deseori, trebue să se lucreze cu suprafeţe delimitate prin linii curbe. La determinarea acestor suprafeţe este mai uşor să se folosească planimetrul.

Cel mai răspândit sistem de planimetru este planimetrul polar, cu lungimea variabilă a pârghiei de contur (fig. 251). El se compune din următoarele părţi principale: pârghia polară *P*, pârghia de conturare *A* şi dispozitivul de calcul *L* (înregistrator).

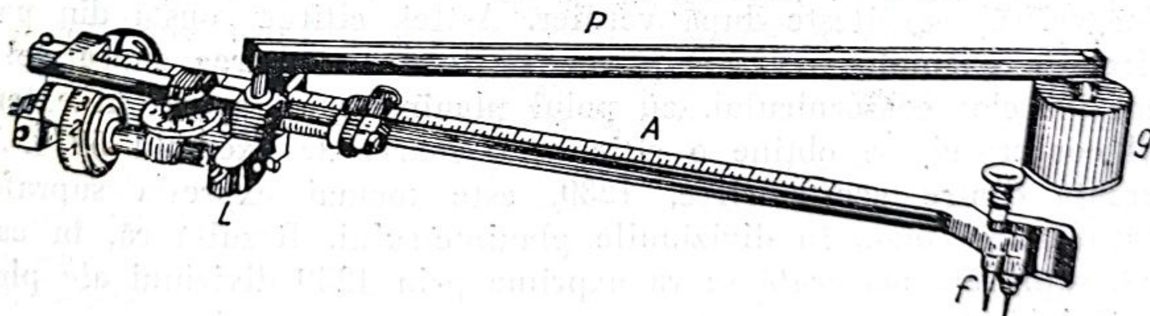


Fig. 251

Măsurarea suprafeţelor cu planimetrul se poate face prin aşezarea polului *g* în interiorul sau la exteriorul suprafeţei de măsurat, în funcţie de mărimea ei.

Suprafeţele măsurate cu planimetrul în plan se exprimă prin formulele:

$S = c(v_2 - v_1 + q)$ — când polul *g* este situat în interiorul figurii
sau (7.3)
$S = c(v_2 - v_1)$ — când polul *g* este situat în exteriorul figurii.

Aici, ν_1 şi ν_2 sunt indicaţiile înregistratorului planimetrului, înainte şi după conturare;

c — valoarea diviziunii planimetrului pentru lungimea dată a pârghiei (prima constantă a planimetrului);

q — a doua constantă a planimetrului pentru lungimea dată a pârghiei, care se determină din expresia

$$q = \nu_2 - \nu_1 - (\nu_2' - \nu_1'), \qquad (7.4)$$

în care, ν_1 ν_2 şi ν'_1 ν'_2 sunt indicaţiile înregistratorului L al planimetrului la măsurarea uneia şi aceleiaşi suprafeţe pentru cazul polului situat în afara şi în interiorul figurii. Constanta c (valoarea de diviziune a planimetrului) se determină prin măsurarea cu planimetrul a unei suprafeţe cunoscute şi la o mărime dată a pârghiei de conturare. Câtul obţinut din împărţirea suprafeţei măsurate (cunoscute în prealabil) la diferenţa indicaţiilor, înainte şi după conturare, este egal cu valoarea de diviziune a planimetrului. La măsurarea suprafeţei ,după fixarea polului, trebue să se observe ca în timpul conturării, polul să rămână fix.

Inainte de a începe conturarea, se aşează acul de urmărire f într'un punct oarecare, determinat pe contur, şi se face citirea după înregistrator. Se procedează astfel: întâi se observă cifrele între care se află indicatorul şi din ele se ia cea mai mică (prima cifră), apoi se ia pe tambur cifra cea mai mică până la zero al vernierului (a doua cifră) şi numărul diviziunilor tamburului dinspre indicatorul cifrei arătate, spre zero al vernierului (a treia cifră) şi ultima (a patra cifră) se citeşte după vernier. Astfel, citirea constă din patru cifre, de exemplu 5735. După ce se face conturarea suprafeţei în sensul acelor ceasornicului, cu polul planimetrului aşezat în exteriorul conturului, se obţine o citire mai mare, de exemplu 6974. Diferenţa dintre aceste cifre, 1239, este tocmai expresia suprafeţei măsurate pe plan, în diviziunile planimetrului. Rezultă că, în cazul dat, suprafaţa măsurată se va exprima prin 1239 diviziuni ale planimetrului.

Dacă se cunoaşte valoarea diviziunii, c a planimetrului, la lungimea dată a pârghiei de contur, se obţine uşor suprafaţa sectorului pe plan în centimetri patraţi şi, cunoscând scara planului, se determină suprafaţa reală a conturului (în m²).

Constantei planimetrului c se caută să i se dea deseori o valoare mai comodă pentru calcul, de exemplu 1. Aceasta se obţine prin modificarea corespunzătoare a lungimii pârghiei de conturare.

Fiecare suprafaţă se măsoară de două ori, cu mutarea polului. Diferenţa admisibilă între două determinări nu trebue să depăşească 1/200 din suprafaţa măsurată. Pentru a îndeplini această condiţie,

suprafeţele mici trebue făcute la scară mare, astfel încât valoarea diviziunii planimetrului să exprime o suprafaţă mai mică de cât 1/200 din suprafaţa măsurată.

Pentru ca să se obţină cu planimetrul rezultate sigure, trebue să se respecte următoarele indicaţii practice:

1. Inainte de a face măsurări, trebue să se verifice planimetrul şi să se determine valoarea diviziunii sale.

2. In timpul lucrului ,planul, planimetrul şi mâna trebue să aibă poziţia care permite uşor o conturare.

3. Lungimea pârghiei de contur a planimetrului trebue să se aleagă în funcţie de mărimea suprafeţelor măsurate; la figuri mici, lungimea pârghiei se ia mai scurtă.

4. Polul planimetrului trebue să fie aşezat în exteriorul figurii, pentru ca să nu se mai facă calcule legate de determinarea constantei q.

5. Poziţia iniţială a acului de contur trebue aleasă într'un punct al conturului, în care, la conturare, tamburul să se mişte încet.

6. Conturarea trebue să se facă încet şi atent, cu viteză constantă; altfel eroarea conturării este însemnată.

7. Orice determinare a suprafeţei trebue să se face de două ori şi ca rezultat trebue să se ia media.

8. In timpul conturării, trebue să se urmărească de câte ori trece zero în dreptul indicatorului.

Măsurarea suprafeţelor cu planimetrul se foloseşte mult la toate metodele de calcul al rezervelor.

d) Determinarea suprafeţelor cu ajutorul curbimetrului şi al transparentului

In lipsa planimetrului, suprafeţele cu contur curbiliniu se pot măsura cu ajutorul curbimetrului şi al transparentului. Curbimetrul serveşte la măsurarea lungimilor liniilor curbe şi se compune (fig. 252) dintr'o mică rolă, fixată pe axă, care este unită, printr'un sistem de angrenaj ,cu pinioanele închise în carcasă. La rularea în lungul liniei de măsurat pe plan, pinioanele în rotaţie indică, pe cadrane, lungimea liniilor parcurse, în centimetri.

Pentru folosirea acestui instrument la măsurarea suprafeţelor, este nevoie de un transparent. Transparentul se face pe hârtie cerată, cu dimensiuni mai mari decât suprafeţele de măsurat.

Liniile transparentului se trasează deobicei la distanţa de 2; 1 şi 0,5 cm. Pentru uşurinţa măsurării se îngroaşă fiecare a treia linie.

Scanned with CamScanner

La determinarea suprafeţei conturului, se suprapune transparentul pe suprafaţa de măsurat (fig. 253), astfel încât două linii oarecare ale transparentului să fie tangente la conturul suprafeţei, în două puncte, de exemplu *a* şi *b*. Segmentele liniilor transparentului, cuprinse în limitele conturului, se măsoară succesiv cu curbimetrul. Lungimile lor se însumează automat pe instrument. Suma lor în centimetri dă suprafaţa conturului pe plan în centimetri pătraţi, dacă distanţa dintre liniile transparentului este de 1 cm. După aceasta, suprafaţa se exprimă în metri pătraţi, conform cu scara planului. Pentru obţinerea unui rezultat mai precis, determinarea suprafeţei se face de mai multe ori, cu diferite orientări ale transparentului, şi se ia media aritmetică a rezultatelor.

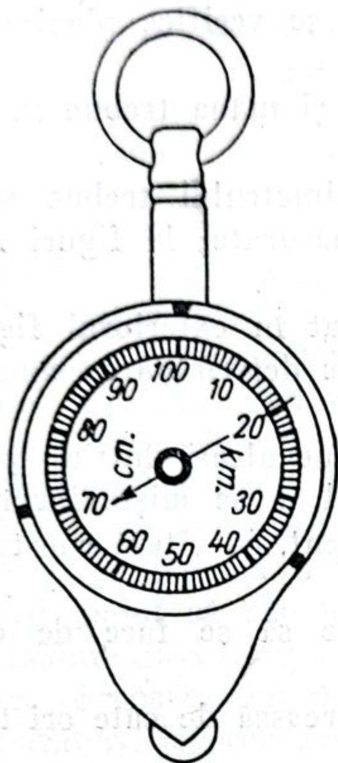


Fig. 252

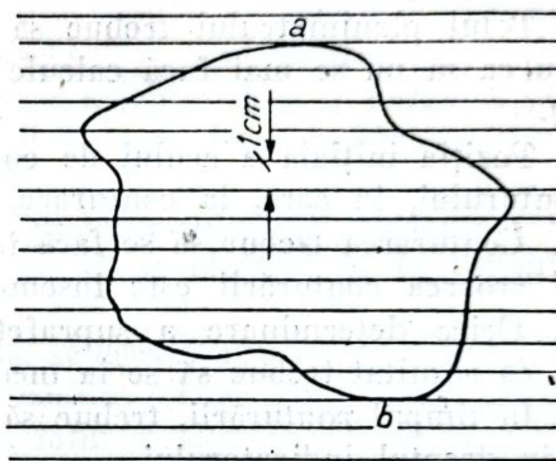


Fig. 253

In funcţie de mărimea suprafeţei şi de curbura conturului, se folosesc, deasemenea, curbimetre cu distanţe între linii de ½ şi de 2 cm. In cazul acesta, pentru a determina suprafaţa, în primul caz va trebui să se împartă la doi, iar în al doilea caz să se înmulţească cu doi.

Nu este greu de văzut că la determinarea suprafeţelor cu curbimetrul, segmentele dreptelor parcurse cu curbimetrul se iau ca baze medii ale trapezelor cu înălţimea egală cu distanţa dintre liniile vecine ale transparentului, iar părţile curbilinii ale conturului, care corespund acestor linii medii, ca laturile drepte ale trapezului. De aici rezultă dependenţa indicată mai sus, a lungimii sumare a liniei paletei, şi deci a suprafeţei determinate.

Pentru suprafeţe mici şi pentru contururi cu traseu complicat, metoda arătată are o precizie mică. La determinarea suprafeţelor

Scanned with CamScanner

mari şi mijlocii, această metodă este folosită foarte mult. La măsurarea suprafeţelor cu curbimetrul, rezultatele satisfăcătoare se obţin prin minuţiozitatea lucrului. Aprecierea comparativă a acestei metode, faţă de metoda măsurării suprafeţelor cu planimetrul arată că rezultatele determinării uneia şi aceleiaşi suprafeţe prin metoda indicată, diferă în limitele admisibile (1—2%).

e) Determinarea suprafeţelor cu abaca (palete)

Abaca este o coală de hârtie transparentă sau o piacă transparentă de sticlă sau de celuloid, pe care sunt reportate punctele vârfurilor pătratului cu latura de 1 cm sau de 0,5 cm (fig. 254). Dacă se aşează abaca pe conturul planului, fiecărui punct de pe abacă, în interiorul conturului, îi va corespunde un pătrat cu suprafaţa de 1 cm² (dacă latura pătratului este de 1 cm).

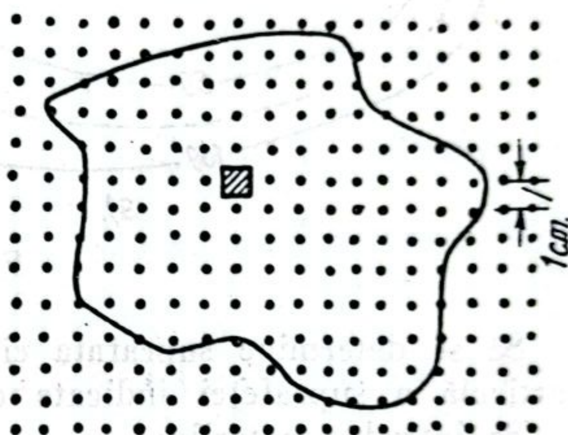


Fig. 254

Cantitatea de puncte ale paletei, care cad în interiorul conturului, va exprima, în centimetri pătraţi, suprafaţa delimitată prin contur. După aceasta, suprafaţa măsurată se exprimă în metri pătraţi, conform scării planului.

In calcul intră toate punctele din interiorul conturului şi jumătate din punctele aşezate pe contur. Determinarea suprafeţei se face de câteva ori (deobicei de trei ori), cu orientarea diferită a paletei faţă de contur. Din totalul determinărilor se ia media aritmetică.

Pentru suprafeţele mici şi pentru conturul cu traseu complicat, se ia abaca cu latura pătratului de 0,5 cm. In acst caz, pntru a obţine suprafaţa măsurată în centimetri pătraţi, trebue să se împartă numărul punctelor numărate, la patru. Metoda este destul de simplă şi dă rezultate satisfăcătoare, care nu sunt inferioare, în ce priveşte exactitatea lor, celor obţinute la măsurarea suprafeţelor cu curbimetrul şi deaceea este folosită atât de mult.

f) Determinarea suprafeţelor liniare

La calculul rezervelor zăcămintelor stratiforme, cu unghiul de înclinare variabil, există o serie de suprafeţe (topografice) complicate, care trebue măsurate. In acest scop, şi pentru o serie de pro-

bleme tehnice miniere, suprafețele stratelor sunt reprezentate prin isohipse. Suprafața cuprinsă între două isohipse vecine, se va considera liniară, adică o suprafață care, în secțiunea verticală, pe direcții perpendiculare pe isohipse, este reprezentată printr'un segment de dreaptă înclinat.

Fie în fig. 255, *a* reprezentată o suprafață topografică a stratului, cuprinsă între isohipsele *50* și *100*.

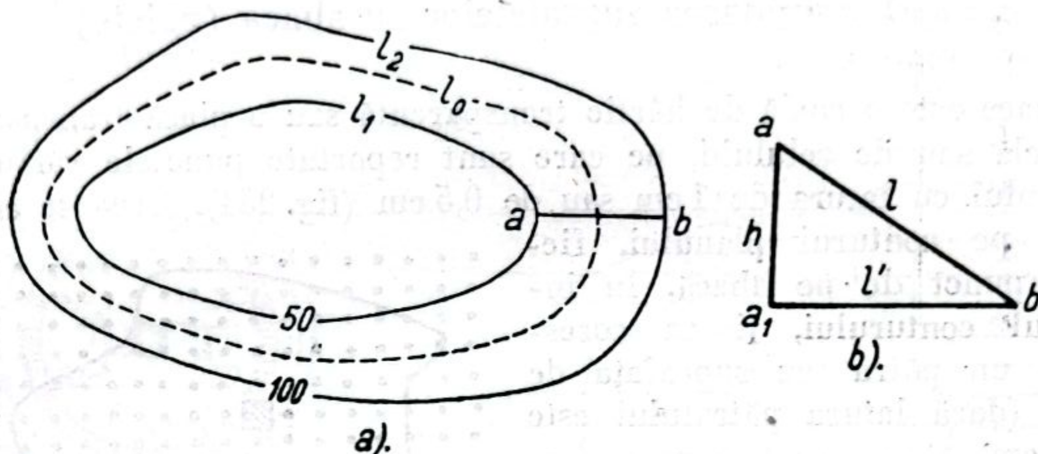


Fig. 255

Să se determine suprafața ei *S*. Fig. 255, *b* reprezintă secțiunea verticală a suprafeței indicate după linia *ab*.

Se introduc notările:

Fie l_1, l_2, l_0 lungimile isohipsei superioare, mijlocii și inferioare ale suprafeței; l — lungimea pe înclinare a generatoarei *ab*, l' — proiecția sa orizontală și h — distanța dintre curbele de nivel.

Se ia un element infinit mic de suprafață dS, cuprins între limitele fâșiei inelare dintre două generatoare, infinit vecine. Segmentele isohipselor arătate mai sus în limitele elementului evidențiat, se vor însemna corespunzător cu dl_1, dl_2 și dl_0. In acest caz, dS se va afla din expresia:

$$dS = dl_0 l = dl_0 \sqrt{(l')^2 + h^2} = \sqrt{(dl_0)^2 (l')^2 + (dl_0)^2 h^2} = \sqrt{(dB)^2 + (dC)^2}. \quad (7.5)$$

Aici, dB este proiecția orizontală a elementului dS, iar dC este elementul suprafeței unui cilindru drept, construit pe isohipsa mijlocie a elementului dS. Formula (7.5) poate fi folosită la determinarea suprafeței dS prin înlocuirea suprafeței elementare evidențiate, lângă dreapta *ab* (fig. 255), în formă de trapez, cu o suprafață egală cu ea, în formă de dreptunghi.

Dacă lățimea l' a inelului dintre isohipse rămâne constantă pentru întreaga fâșie, lungimea generatoarei $l = \sqrt{(l')^2 + h^2}$ rămâne constantă,

şi însumarea elementelor dS dă suprafaţa S a întregului inel cuprins între isohipse

$$S=\sum dS=\sqrt{(l')^2+h^2}\sum dl_0=l_0\sqrt{(l')^2+h^2}=l_0 l=\sqrt{B^2+C^2}, \quad (7.6)$$

unde B este suprafaţa proiecţiei orizontale a porţiunii de strat cuprinsă între două isohipse vecine l_1, l_2, iar C este suprafaţa cilindrului drept, construit pe isohipsa mijlocie l_0.

Dacă, însă, distanţa l' dintre isohipse (lăţimea fâşiei) este variabilă, formula pentru S rămâne aceeaşi, însă lăţimea care este cuprinsă în Bl', se înlocueşte cu lăţimea ei medie, l'_{mediu}.

Astfel, pentru determinarea suprafeţei topografice, se împarte suprafaţa dată prin plane orizontale echidistante într'o serie de fâşii, după care se calculează, separat, suprafaţa fiecărei fâşii, iar suprafaţa totală se obţine prin însumarea suprafeţelor acestor fâşii. Ordinea determinării practice a suprafeţei fiecărei fâşii este următoarea:

a) cu una dintre metodele arătate se măsoară pe plan suprafaţa B, cuprinsă între două isohipse vecine;

b) pe acelaşi plan se măsoară, cu ajutorul curbimetrului, lungimile l_1, l_2 ale isohipselor indicate, pentru a putea determina lungimea l_0 a isohipsei medii, ca fiind semisuma lui l_1 şi l_2;

c) se calculează suprafaţa C a cilindrului drept cu formula $C=l_0 h$ şi

d) se găseşte S din expresia $S=\sqrt{B^2+C^2}$.

Calculul suprafeţei S se face cu ajutorul tabelei pătratelor sau, de cele mai multe ori, grafic, prin construirea triunghiului drept, ale cărui catete sunt valorile B şi C. Ipotenuza acestui triunghi va exprima, cu precizie suficientă, suprafaţa căutată S.

Prin înlocuirea lăţimilor variabile l' în diferitele părţi ale fâşiei, cu lăţimea constantă medie $l'_{mediu}=\frac{B}{l}$ s'a înlocuit suprafaţa fâşiei date cu o altă suprafaţă cu unghi constant de înclinare δ_0 faţă de orizontală, care se găseşte din expresia

$$\operatorname{tg}\delta_0=\frac{C}{B}.$$

Pentru ca să se aprecieze valoarea erorii în acest caz, se înlocueşte în formula (7.5) distanţa l' dintre isohipse cu valoarea sa medie l'_{mediu}.

Abaterea $l'-l'_{med}$ se însemnă cu dl'. In acest caz, la $l'=l'_{med}+dl'$ se obţine:

$$dS=dl_0\sqrt{h^2+(l'_{med})^2+2l'_{med}dl'+(dl')^2}=$$

$$=dl_0\sqrt{h^2+(l'_{med})^2}\cdot\sqrt{1+2(l'_{med})\frac{dl'}{h^2+(l'_{med})^2}+\frac{(dl')^2}{h^2+(l'_{med})^2}}$$

sau

$$dS=dl_0\sqrt{h^2+(l'_{med})^2}\sqrt{1+2\frac{l'_{med}}{l''}\cdot\frac{dl'}{l''}+\left(\frac{dl'}{l''}\right)^2}, \quad (7.7)$$

unde s'a însemnat cu $l''=\sqrt{h^2+(l'_{med})^2}$ lungimea medie a suprafeței generatoarei, care are unghiul de înclinare δ_0.

Desvoltând a doua rădăcină a membrului al doilea al expresiei (7.7) în serie Taylor, se obține dS cu precizie până la pătratul raportului $\frac{l'}{l''}$ inclusiv:

$$dS=dl_0\sqrt{h^2+(l'_{med})^2}\left\{1+\frac{l'_{med}}{l''}\cdot\frac{dl'}{l''}+\frac{1}{2}\left(\frac{dl'}{l''}\right)^2-\frac{1}{8}\left(2\frac{l'_{med}}{l''}\cdot\frac{dl'}{l''}\right)^2\right\}=$$

$$=dl_0\sqrt{h^2+(l'_{med})^2}\left\{1+\frac{l'_{med}}{l''}\cdot\frac{dl'}{l''}+\frac{1}{2}\left(1-\frac{l'_{med}}{(l'')^2}\right)\left(\frac{dl'}{l''}\right)^2\right\}. \quad (7.8)$$

Luând pentru suprafața stratului expresia $S=\sqrt{B^2\pm C^2}$ se neglijează în formula (7.6) toți termenii din parantezele mari ale formulei (7.8), afară de primul, și pentru elementul infinit mic al suprafeței stratului dS, se face eroarea ΔdS egală cu:

$$\Delta dS=dS-dS_0=dS_0\left\{\frac{l'_{med}}{l''}\cdot\frac{dl'}{l''}+\frac{1}{2}\left(1-\frac{(l'_{med})^2}{(l'')^2}\right)\left(\frac{dl'}{l''}\right)^2\right\}, \quad (7.9)$$

unde

$$dS_0=dl_0\sqrt{h^2+(l'_{med})^2}.$$

Folosind relația, $\operatorname{ctg}\delta_0=\frac{l'_{med}}{h}$, se înlocuește în expresia (7.9) abaterea dl' prin abaterea $d\delta$ a unghiului de înclinare dela valoarea sa medie δ_0. In adevăr, diferențiând egalitatea $l'_{med}=h\cdot\operatorname{ctg}\delta_0$ se obține:

$$dl'_{med}=-\frac{h}{\sin^2\delta_0}\cdot d\delta_0 \text{ și } \frac{dl'_{med}}{l''}=-\frac{hd\delta_0}{l''\sin^2\delta_0}=-\frac{d\delta}{\sin\delta_0}.$$

Inlocuind rezultatul obținut în expresia (7.9) vom avea

$$\Delta dS=-dS_0\left\{\operatorname{ctg}\delta_0 d\delta_0-\frac{1}{2}(d\delta_0)^2\right\}. \quad (7.10)$$

eroarea relativă va fi:

$$\frac{\Delta dS}{dS_0}=-\operatorname{ctg}\delta_0\cdot d\delta_0+\frac{1}{2}(d\delta_0)^2 \quad (7.11)$$

Pentru $\delta_0=45^0$, eroarea relativă, exprimată prin ecuația (7.11), va fi $\frac{1}{57}\cong 2\%$ pentru fiecare grad de abatere al unghiului dela valoarea sa medie $\delta_0=45^0$.

In medie, eroarea relativă pentru întreaga suprafață va fi mult mai mică. In adevăr, împărțind isohipsa medie în n părți, se va avea din expresia (7.9), pentru ΔdS:

$$\Delta dS=\frac{S_0}{n}\left\{\frac{l'_{med}}{l''}\frac{dl'}{l''}+\frac{1}{2}\left(1-\frac{(l'_{med})^2}{l''^2}\right)\left(\frac{dl'}{l''}\right)^2\right.$$

Scanned with CamScanner

Pentru suma erorilor, se obţine:

$$\sum \Delta dS = \frac{S_0}{n}\left\{\frac{l'_{med}}{l''}\sum\frac{dl'}{l''}+\frac{1}{2}\left(1-\frac{(l'_{med})^2}{l''^2}\right)\sum\left(\frac{dl'}{l''}\right)^2\right\}=$$

$$=\frac{S_0}{2n}\sin^2\delta_0\sum\left(\frac{d\delta_0}{\sin\delta_0}\right)^2=\frac{S_0}{2n}\sum(d\delta_0)^2, \qquad (7.12)$$

deoarece ,după metoda găsirii l''_{med}, suma $\sum dl'=0$.

Insemnând cu $\Delta\delta$ valoarea limită a abaterii indicate şi folosind expresia (7.12), se obţine eroarea relativă de determinare a suprafeţei liniare pentru întreaga fâşie cuprinsă între două isohipse vecine:

$$\frac{\Sigma\Delta dS}{S_0}=\frac{2}{2n}\left(\frac{\Delta\delta}{n}\right)^2\sum(1^2+2^2+3^2+\ldots+n^2)=$$

$$=\frac{1}{n}\left(\frac{\Delta\delta}{n}\right)^2\left[\frac{n^3}{3}+\frac{n^2}{2}+\frac{n}{6}\right]\cong\frac{\Delta\delta^2}{n^3}\left(\frac{n^3}{3}\right)\cong\frac{(\Delta\delta)^2}{3}. \qquad (7.13)$$

De exemplu, pentru $\delta_0 = 45^0$, $\Delta\delta = \pm 10^0$, eroarea relativă de determilare a suprafeţei liniare între două isohipse va fi:

$$\frac{\Sigma\Delta dS}{S_0}\cong\frac{1}{3}\left(\frac{10}{57}\right)^2\cong 0{,}01 \text{ sau } 1\%.$$

Astfel, pentru unghiurile de înclinare care variază dela 35 la 55^0 eroarea de calcul al suprafeţei cu formula (7.6) nu va depăşi 1% din suprafaţa supusă determinării.

In realitate, valoarea acestei erori poate fi puţin mai mare, deoarece lungimea l' a proiecţiei generatoarei variază neuniform şi are, în limitele suprafeţei de determinat, o serie de minime şi de maxime. Rezultatul calculului se poate îmbunătăţi puţin prin determinarea suprafeţei fâşiei pe porţiuni cuprinse între generatoarele vecine pentru care lungimea proiecţiei l' are valoarea minimă şi maximă. Insă la executarea practică, măsurile indicate de prevederi pot să nu fie respectate, deoarece eroarea este comparativ mică faţă de abaterea dl' a proiecţiei generatoarei dela valoarea ei medie $l''=\frac{B}{l_0}$.

Rezultă că formula (7.6) permite să se calculeze cu destulă precizie suprafaţa topografică cuprinsă între două isohipse, în limitele cărora suprafaţa poate fi considerată liniară.

Metoda expusă se numeşte în literatură „metoda isohipselor". Metoda a fost propusă de V. I. Bauman în anul 1908.(1) Tot Bauman a stabilit precizia metodei.

2. DETERMINAREA VOLUMELOR IN CALCULUL REZERVELOR

Formele zăcămintelor de substanţă minerală utilă, aşa cum se întâlnesc în natură, sunt destul de diferite. După caracterul suprafeţelor care le delimitează, se împart în două grupe:

a) cu suprafeţe plane;
b) cu suprafeţe curbe.

Volumul corpurilor cu forma regulată se determină cu ajutorul formulelor geometrice.

In practică, calculul rezervelor formelor complicate de volum se înlocueşte deseori, pentru uşurarea calculelor, prin volume mai simple, egale între ele.

In acest scop, corpurile delimitate de suprafeţe plane (poliedre) se divid într'o serie de corpuri elementare (cuburi, prisme, piramide), al căror volum se determină cu formule, general cunoscute. Corpurile delimitate de suprafeţe curbe se reduc la elemente de volum egale între ele cu ajutorul metodei de proiectare a lor pe planul de proiecţie. Cele din urmă sunt limitate într'o parte printr'un plan, ceeace simplifică reprezentarea corpurilor şi uşurează determinarea volumelor lor.

a) Corpuri cu suprafeţe plane (poliedrele)

Foarte des, corpurile de minereu (zăcământ) sau părţile lor (panouri, subetaje, etaje, etc.) pot fi considerate practic, ca poliedre. Volumul poliedrelor se poate lua, în multe cazuri, ca volumul unui prizmatoid.

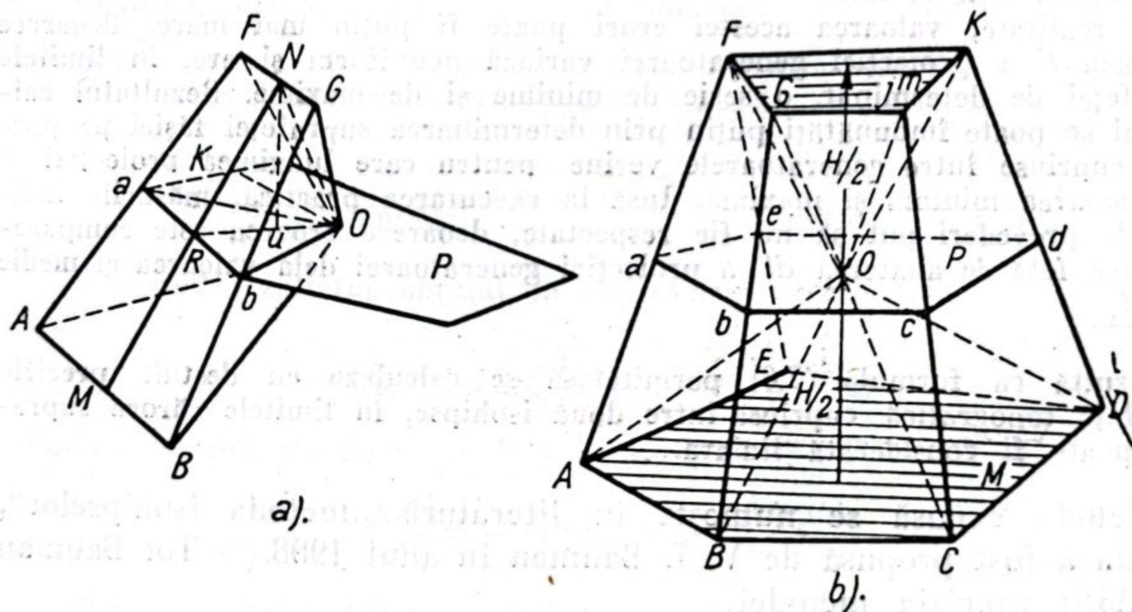


Fig. 256

Prizmatoid se numeşte un poliedru cu bazele paralele şi cu un număr oarecare de laturi plane, feţe.

Poliedrul reprezentat în fig.256, *b* este un prizmatoid, la care:
m este suprafaţa bazei superioare;
M — suprafaţa bazei inferioare;
P — suprafaţa secţiunii medii;
H — înălţimea.

Scanned with CamScanner

Prizmatoidul este format dintr'o serie de piramide având vârful comun în O: două piramide verticale cu bazele în m şi M şi o serie de piramide laterale, ale căror baze sunt feţele laterale ale prizmatoidului. Una dintre piramidele laterale ($OABGF$) este reprezentată în fig. 256, *a*.

Rezultă că volumul total al prizmatoidului va fi egal cu suma volumelor piramidelor din care se compune.

Dacă v_1 este volumul piramidei cu baza M,
v_2 este volumul piramidei cu baza m,
v_3 este volumul piramidelor laterale şi
V este volumul total al prizmatoidului,

atunci

$$V = v_1 + v_2 + v_3.$$

Volumele v_1, v_2 se determină simplu, şi anume

$$v_1 = \frac{1}{3} \frac{H}{2} M = \frac{H}{6} M, \qquad \text{(a)}$$

$$v_2 = \frac{1}{3} \frac{H}{2} m = \frac{H}{6} m. \qquad \text{(b)}$$

Volumul v_3 al piramidelor laterale se determină ca suma volumelor piramidelor distincte.

Se va examina volumul piramidei laterale $OABGF$ (fig. 256, *a*).

Aici, $ABGF$ este baza piramidei,
$\overline{O}$ — vârful ei,
$\overline{Ok}$ — înălţimea piramidei,
$\overline{ab}$ — linia medie a trapezului (baza),
$\overline{Nu}$ — semiînălţimea prizmatoidului şi MNO secţiunea plană verticală a piramidei, care trece prin înălţimea Ok.

Volumul acestei piramide v_3 este:

$$v_3' = \frac{1}{3} Ok \cdot ab \cdot 2NR$$

sau

$$v_3' = \frac{2}{3} OkNR \cdot ab.$$

Insă, $\overline{Ok} \cdot \overline{NR}$ este dublul suprafeţei triunghiului ORN; însemnând suprafaţa acestui tringhi cu s, se poate scrie:

$$\overline{Ok} \cdot \overline{NR} = 2s.$$

Suprafaţa s poate fi exprimată, deasemenea, prin $\overline{Nu}$ şi $\overline{OR}$, şi anume.

$$2s=\overline{Nu}\cdot\overline{OR}=\frac{H}{2}\cdot\overline{OR}.$$

Inseamnă că şi

$$\overline{Ok}\cdot\overline{NR}=\frac{H}{2}\cdot\overline{OR}$$

Deaceea

$$v'_3=\frac{2}{3}\,\frac{H}{2}\cdot\overbrace{\overline{OR}\cdot\overline{ab}}^{2\Delta\,(Oab)}=\frac{2}{3}H\cdot\Delta(Oab),$$

adică volumul piramidei laterale ($OABGF$) este egal cu produsul dintre $\frac{2}{3}$ din înălţimea prizmatoidului şi suprafaţa s. Desigur că expresia obţinută pentru o piramidă laterală poate fi extinsă la totalitatea acestor piramide, exprimând astfel volumul v_3 al tuturor piramidelor laterale. In acest caz, înmulţitorul $\frac{2}{3}$ H rămâne comun, iar suprafaţa triunghiului Oab se va înlocui prin suma suprafeţelor $\sum s$ adică prin suprafaţa secţiunii medii P a prismatoidului.

Astfel, volumul tuturor piramidelor laterale se va scrie sub forma următoare:

$$v_3=v_3'+v_3''+\ldots=\frac{2}{3}H\,[\underbrace{Oab+Obc+\ldots}_{P}]=\frac{2}{3}HP.$$

Volumul total al prismatoidului se va determina ca sumă a volumelor tuturor piramidelor, adică:

$$V=v_1+v_2+v_3=\frac{1}{6}HM+\frac{1}{6}Hm+\frac{2}{3}HP=$$

$$=\frac{1}{3}H\left[\left(\frac{M+m}{2}\right)+2P\right]. \tag{7.14}$$

Deseori, cea din urmă este prezentată sub forma:

$$V=\frac{H}{6}(M+m+4P). \tag{7.15}$$

Dacă zăcământul este conturat la diferite orizonturi prin lucrări miniere, este mai uşor să se calculeze volumul lui cu formula prizmatoidului.

Scanned with CamScanner

b) Corpuri delimitate de suprafețe curbe

Există multe metode de determinare a volumelor corpurilor delimitate de suprafețe curbe. Dintre acestea, cele mai folosite sunt următoarele:

1. metoda isohipselor a lui Bauman pentru corpuri cu grosimea constantă (strate, filoane);
2. formula lui Baumann pentru corpuri la care grosimea variază brusc (lentile, stocuri, etc.);
3. formula parabolei;
4. metoda secțiunilor verticale paralele;
5. metoda secțiunilor verticale neparalele;
6. metoda paletei volumetrice a lui Sobolevski;
7. formula conoidului.

Metoda isohipselor. La grosimea constantă a zăcământului (strat, filon), volumul său este egal cu produsul suprafeței laterale a zăcământului prin grosimea medie m_{mediu} adică:

$$V = s \cdot m_{mediu}. \tag{7.16}$$

Astfel, rezolvarea problemei se reduce în primul rând la determinarea suprafeței s, suprafața laterală a zăcământului, după formula cunoscută a lui Bauman, la care, ca bază de calcul, servește planul zăcământului în isohipse.

Determinarea volumelor corpurilor de minereu cu grosimea variabilă, se bazează pe metoda împărțirii lor prin sistemul secțiunilor orizontale sau verticale, în blocuri sau în fâșii separate, ale căror volume se determină independent.

Volumul total al zăcământului se obține prin însumarea volumelor blocurilor sau a fâșiilor separate.

Pentru ușurința soluționării unora din probleme, corpurile complexe sunt reprezentate grafic sub forma corpurilor proiectate pe planul de proiecție, adică printr'un sistem de isolinii ale prismelor, deseori verticale.

Să vedem întâi metoda bazată pe împărțirea corpurilor prin sistemul secțiunilor orizontale echidistante.

Formula lui Bauman. Fie reprezentat zăcământul pe plan, în isogrosimi (prin sistemul liniilor de grosime egală). Distanța dintre secțiuni este egală cu h (fig. 257, *a*).

Volumul total al zăcământului este egal cu suma volumelor fâșiilor separate, cuprinse între fiecare pereche de curbe de nivel vecine (isogrosimi). Rezolvarea problemei se reduce la determinarea volumului fâșiei.

Scanned with CamScanner

Pentru analizare se ia fâşia zăcământului cuprins între secţiunile orizontale h şi $2h$.

Se construeşte secţiunea verticală a acestei fâşii după direcţia MN. Judecând după secţiunea haşurată pe fig. 257, *a*, volumul fâşiei se poate considera ca fiind volumul v_1 al cilindrului construit pe

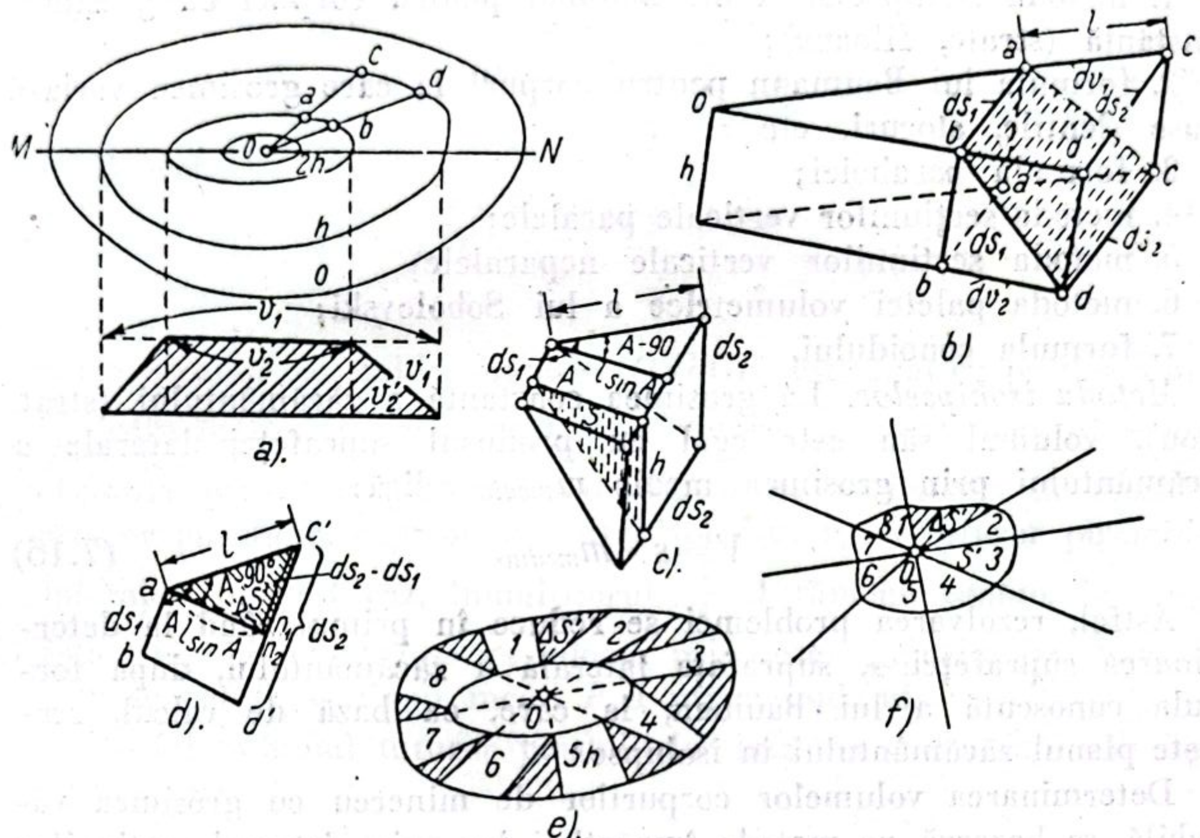


Fig. 257

curba de nivel h, fără volumul v_1' al inelului care cuprinde suprafaţa fâşiei. Acelaşi volum poate fi considerat ca fiind suma volumelor: volumul v_2 al cilindrului construit pe curba de nivel 2h şi volumul v_2' al inelului care cuprinde suprafaţa fâşiei date.

Volumul fâşiei date este însemnat cu v. Conform celor precedente se poate scrie:

$$v = v_1 - v_1'$$
$$v = v_2 + v_2'.$$

Se scrie v ca fiind media aritmetică a ambelor expresii

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2} - \frac{v_1' - v_2'}{2}. \quad \text{(a)}$$

Partea din dreapta a membrului al doilea se însemnă cu k. Prin urmare

$$v = \frac{v_1 + v_2}{2} - k. \quad (7.17)$$

Dacă $v_1' = v_2'$, atunci $k = 0$ şi volumul fâşiei date se poate considera ca fiind volumul cilindrului cu înălţimea h, construit pe curba medie de nivel dintre cele date sau ca semisuma a doi cilindri cu înălţimea h, construite pe curbele de nivel date, h şi $2h$.

Dacă $v_1' \neq v_2'$, atunci k va fi corecţia care trebue adăugită cu semnul minus la membrul 1 al părţii din dreapta a expresiei (a).

Pentru determinarea corecţiei k, se ia pe fig. 257, *a* un element al fâşiei *ocd* şi se reprezintă la o scară mai mare pe fig. 257, *b*. Aici, dv_1' este elementul inelului care cuprinde suprafaţa fâşiei, iar dv_2' este elementul inelului cuprins de suprafaţa fâşiei.

Din fig. 257, *b* rezultă că $dv_1' > dv_2'$ deoarece, pentru aceeaşi înălţime a corpurilor elementare ,muchiile ds_2 sunt mai mari decât ds_1. Se calculează valorile dv_1', dv_2' şi se determină diferenţa lor. Se ia elementul superior dv_1', fig. 257, *b*, şi se reprezintă separat pe fig. 257, *c*. Volumul său este egal cu produsul dintre secţiunea normală s şi înălţimea medie (ca volumul prismei).

Suprafaţa secţiunii normale s a elementului dv_1' este egală cu semiprodusul dintre baza triunghiului şi înălţimea sa, adică:

$$s = \frac{h \cdot l \sin A}{2}.$$

Inălţimea medie a elementului este

$$\frac{ds_1 + 2ds_2}{3}$$

şi volumul

$$dv_1' = \frac{1}{3} \frac{h \cdot l \cdot \sin A}{2} (ds_1 + 2ds_2). \qquad \text{(b)}$$

Desigur că, pentru elementul dv_2' suprafaţa secţiunii normale va fi aceeaşi ca şi pentru elementul dv_1' şi alta va fi înălţimea medie a elementului dv_2' egală cu

$$\frac{2ds_1 + ds_2}{3}$$

Astfel, volumul dv_2' se va scrie sub forma:

$$dv_2' = \frac{1}{3} \frac{h \cdot l \cdot \sin A}{2} (2ds_1 + ds_2). \qquad \text{(c)}$$

Diferenţa expresiilor (b) şi (c) va fi

$$dv_1' - dv_2' = \frac{1}{3} \frac{h \cdot l \cdot \sin A}{2} (ds_2 - ds_1). \qquad \text{(d)}$$

Rezultă că semidiferența $\frac{dv_1'-dv_2'}{2}$ pentru elementul dat, însemnată cu k', se va exprima astfel:

$$k'=\frac{1}{6}h\frac{l\sin A\,(ds_2-ds_1)}{2}. \tag{e}$$

Se va da interpretarea geometrică a înmulțitorului expresiei (e)

$$\frac{l\sin A\,(ds_2-ds_1)}{2}$$

Pentru aceasta, în fig. 257, *e* se reprezintă separat muchia superioadă *abd'c'* a elementului dv_1'.

Se duce din punctul *a* segmentul $\overline{an_2}$, paralel cu $\overline{bd'}$, și se obține triunghiul an_2c', în care segmentul $\overline{an_1}=l\sin A$ este înălțimea triunghiului, iar segmentul $\overline{n_2c'}=ds_2-ds_1$ este baza sa.

Suprafața triunghiului $\Delta s'$ se va scrie deci

$$\Delta s'=\frac{l\sin A\,(ds_2-ds_1)}{2}. \tag{f}$$

Rezultă că, pentru elementul *ocd* al fâșiei (fig. 270, *e*), corecția k' este

$$k'=\frac{1}{6}h\cdot\Delta s'. \tag{g}$$

Extinzând relația (g) pe întreaga fâșie, se va obține corecția pentru volumul întregii fâșii. Ea se va scrie ca sumă a corecțiilor elementelor și anume,

$$k=\frac{1}{6}h\sum\Delta s'=\frac{1}{6}hs'. \tag{7.18}$$

Inlocuind k în egalitatea (a) și înlocuind v_1 și v_2 prin produsele corespunzătoare ale suprafețelor curbelor de nivel date cu înălțimea fâșiei, se obține formula de volum a fâșiei zăcământului cuprins între curbele de nivel h și $2h$:

$$v=\frac{v_1+v_2}{2}-\frac{1}{6}hs'=\frac{h}{2}\left[(s_1+s_2)-\frac{1}{3}s'\right], \tag{7.19}$$

care, după numele autorului care a propus-o, se numește formula lui Bauman (1).

In această formulă, h este înălțimea fâșiei, iar s_1 și s_2 sunt suprafețele în conturul curbelor de nivel date și s' suprafața de corectare (fig. 257, *e*).

Cea din urmă se determină grafic.

Fig. 257, *e* reprezintă modul de a găsi suprafețele de corectare elementară $\Delta s'$ a căror sumă dă suprafața totală de corectură s' pentru fâșia zăcământului.

Pentru determinarea lui s', nu trebue să se construiască pe $\Delta s'$ și apoi să se facă suma lor, ci este destul ca pe plan (fig. 257, *d*) să se ducă, dintr'un punct oarecare *0*, razele *0—1*, *0—2*, etc., care sunt proiecțiile generatoarelor fâșiei în părțile caracteristice ale suprafeței laterale. In cazul acesta, suprafața laterală se ia ca suprafață liniară.

Suprafața de corectare s' se construește separat lângă punctul *0*, luat arbitrar (fig. 257, *e*), prin translația paralelă (din fig. 257, *d*) a razelor de proiecție *0—1*, *0—2*..., etc.

După translație se iau din punctul *0* (fig. 257, *e*), în lungul razelor de proiecție construite, segmente egale cu segmentele corespunzătoare ale razelor (fig. 257, *d*), cuprinse între curbele de nivel date. După capetele segmentelor se duce o linie curbă, care conturează suprafața corectată s'.

Astfel, concluzia formulei lui Bauman (7.19) arată că:

1. volumul fâșiei dintre două curbe de nivel este egal cu volumul cilindrului, construit pe curba de nivel medie între curbele date, minus jumătate din conul de corecție; înălțimea cilindrului și a conului de corecție este comună și egală cu înălțimea fâșiei *h* (secțiunea curbelor de nivel);

2. necesitatea de a introduce această corecție în volumul fâșiei provine dela inegalitatea de volum a inelelor, care cuprind suprafața laterală a fâșiei.

Volumul întregului corp se determină prin însumarea fâșiilor lui separate (părților).

Determinarea practică a volumului zăcământului se face după schema:

1. se măsoară suprafețele S_1, $S_2 \ldots S_n$, cuprinse în interiorul curbelor de nivel corespunzătoare;

2. se construesc suprafețele de corectare S', pentru fiecare fâșie;

3. se calculează volumele fâșiilor;

4. se însumează volumul lor și se calculează volumul întregului zăcământ.

Rezultatele se înscriu în tabela 22 (înălțimea fâșiei $h = 1$ m).

Scanned with CamScanner

Tabela 22

Formularul pentru calculul volumului după formula lui Bauman

Nr. crt.	Suprafaţa secţiunii zăcământului după curbele de nivel în diviziunile planimetrului	S_k+S_{k+1} în diviziunile planimetrului	Corecţia 1/3 S' în diviziunile planimetrului	$S_k+S_{k+1}-\frac{S'}{3}$ în diviziunile planimetrului	$S_k+S_{k+1}-\frac{S'}{3}$, m^2	Volumul fâşiei v_k în m³
1	2	3	4	5	6	7
1	. . . 672					
		1 089	5	1 084	2 710	1 355
2	. . . 417					
		644	10	634	1 585	792
3	. . . 227					
		277	14	263	657	328
4	. . . 50					
				Volumul corpului V		2 475
					≃	2 470

Valoarea corecţiei lui Bauman prezintă importanţă practică numai în cazurile când zăcământul este studiat în detaliu prin lucrări geologice de explorare şi prin lucrări miniere, adică atunci când există toate condiţiile pentru determinarea precisă a volumului.

Deaceea, în multe cazuri se poate lua volumul fâşiei dintre două isohipse, ca volumul cilindrului construit pe isohipsa medie cu înălţimea h, egală cu înălţimea fâşiei şi să se calculeze cu formula trapezului

$$v_k=\frac{h}{2}(S_k+S_{k+1}).$$

Insumând volumul fâşiilor, se va obţine următoarea formulă pentru volumul corpului:

$$v_0=\frac{h}{2}(S_0+S_1)$$

$$v_1=\frac{h}{2}(S_1+S_2).$$

. . . .

. . . .

$$V=\frac{h}{2}(S_0+2S_1+\ldots+2S_{n-1}+S_n). \tag{7.20}$$

In acest caz, lucrul efectuat cu determinarea volumului se uşurează mult, prin faptul că, măsurând suprafeţele secţiunilor corpului după curbele de nivel şi înmulţindu-le cu $\frac{h}{2}$ se obţine deodată volumul întregului corp.

Formula parabolei. Dacă un zăcământ, complicat ca formă, este reprezentat prin isogrosimi (fig. 258) sau prin isohipse, volumul său este uşor de determinat cu formula parabolei, cunoscută din matematică:

$$V=\frac{h}{3}[(S_0+S_n)+4(S_1+S_3+\ldots)+2(S_2+S_4+\ldots)]. \quad (7.21)$$

Prof. P. K. Sobolevski a prezentat deducţia formulei (7.21), punând la baza ei formula pentru determinarea volumului prizmatoidului (7.14), arătată mai sus.

Fie $S_0, S_1, S_2, \ldots S_n$ suprafeţele secţiunilor zăcământului, după curbele de nivel (fig. 258).

In acest caz, volumul fâşiei dintre secţiunile S_0 şi S_2 se poate imagina, ca fiind volumul prismatoidului cu un număr infinit de muchii, la care suprafeţele bazelor vor fi S_0 şi S_2, iar suprafaţa secţiunii medii, S_1 adică:

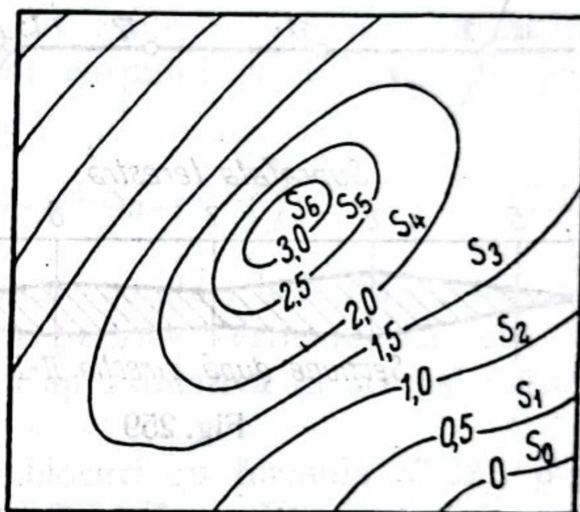


Fig. 258

$$v_1=\frac{2h}{3}\left[\left(\frac{S_0+S_2}{2}\right)+2\,S_1\right];$$

la fel volumul fâşiei dintre curbele de nivel S_2, S_4 va fi:

$$v_2=\frac{2h}{3}\left[\left(\frac{S_2+S_4}{2}\right)+2S_3\right] \text{ etc;}$$

Insumându-le, se obţine formula parabolei arătate mai sus (7.21):

$$V=\frac{2h}{3}\left[\left(\frac{S_0+S_4}{2}\right)+2(S_1+S_3+\ldots)+(S_2+S_4+\ldots)\right],$$

sau

$$V=\frac{h}{3}[(S_0+S_n)+4(S_1+S_3+\ldots)+2(S_2+S_4+\ldots)].$$

In cazul acesta (fig. 258), volumul se va exprima ca fiind:

$$V=\frac{0,5}{3}[(S_0+S_6)+4(S_1+S_3+S_5)+2(S_2+S_4)].$$

Este uşor de văzut că, pentru aplicarea formulei (7.21), numărul fâşiilor trebue să fie cu soţ. La numărul fără soţ al fâşiilor, volumul ultimei fâşii se va determina separat şi se va aduna cu volumul celorlalte părţi ale corpului, calculat cu formula (7.21).

Executarea practică este clară şi nu necesită explicaţii.

Metoda secţiunilor verticale paralele. La baza determinării volumului cu metoda secţiunilor verticale paralele stă împărţirea corpurilor care trebue determinate, în mai multe părţi, prin metoda secţiunilor verticale paralele.

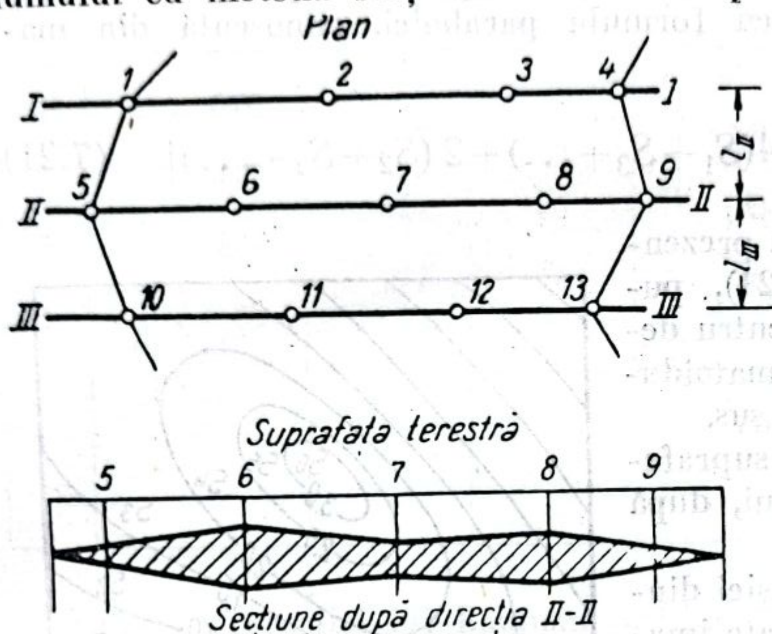


Fig. 259

Această metodă se aplică mai ales în cazurile, când lucrările de explorare se amplasează pe direcţii paralele. Ca exemplu al unui asemenea amplasament poate servi fig. 259, unde sunt reprezentate, în plan, direcţiile de explorare *I, II, III* şi secţiunea verticală prin zăcământ, după direcţia II—II. Nu se exclude posibilitatea aplicării metodei şi în cazul când lucrările de explorare sunt aşezate oricum. In acest caz, se construeşte în prealabil, după datele obţinute dela explorare, planul zăcământului în isogrosimi şi după acest plan se construeşte apoi sistemul de secţiuni paralele verticale, cu ajutorul cărora se calculează volumul zăcământului.

Impărţirea zăcământului în blocuri şi calculul volumului pentru fiecare bloc se fac în două feluri. In primul rând, blocurile se delimitează prin fiecare pereche de secţiuni verticale vecine, de exemplu blocul dintre secţiunea *I* şi *II*, blocul dintre secţiunea *II* şi *III*, etc., prin direcţii de explorare (fig. 259). In al doilea rând, blocurile se separă de fiecare secţiune verticală (fig. 259).

Volumul fiecărei părţi cuprinse între două secţiuni vecine se determină prin produsul dintre semisuma suprafeţelor secţiunilor şi distanţa dintre ele

$$v_k = \left(\frac{S_k + S_{k+1}}{2}\right) l_k. \tag{7.22}$$

Volumul blocului care gravitează la o direcţie sau alta de explorare se calculează ca fiind produsul suprafeţei secţiunii verticale

după această direcție, cu semisuma distanțelor dintre direcția dată și direcțiile vecine cu ea:

$$v_k = S_k\left(\frac{l_k + l_{k+1}}{2}\right). \tag{7.23}$$

Aici, S_k, S_{k+1} sunt suprafețele secțiunilor verticale paralele k și $k+1$ ale corpului de minereu

l_k — distanța dintre secțiuni;

k — numărul de ordine al secțiunii.

Volumul total al corpului se determină ca fiind suma volumelor diferitelor blocuri:

$$V = v_1 + v_2 + \ldots + v_n. \tag{7.24}$$

Dacă distanțele dintre secțiuni sunt egale pe întregul zăcământ, și sunt egale cu l, volumul total al corpului se va exprima prin formula:

$$V = l\left(\frac{S_0}{2} + S_2 + S_3 + \ldots + S_{n-1} + \frac{S_n}{2}\right). \tag{7.25}$$

Această formulă, după forma sa, este complect identică cu formula (7.20), la baza căreia stă metoda secțiunilor verticale paralele.

Expresia (7.25) reprezintă formula aproximativă în aceeași măsură ca și expresia (7.20).

La calculul volumului diferitelor blocuri cu formula (7.22), precizia poate fi mărită prin înlocuirea ei cu formula volumului trunchiului de piramidă (con):

$$v_k = \frac{l_k}{3}\left(S_k + S_{k+1} + \sqrt{S_k S_{k+1}}\right). \tag{7.26}$$

Insă aplicarea formulei (7.26) prezintă importanță practică numai în cazurile, când suprafața unei secțiuni este mai mare decât suprafețele secțiunii vecine, de două sau de mai multe ori.

Metoda secțiunilor verticale neparalele. Se tinde ca, din motivele unei organizări mai raționale a lucrărilor, direcțiile de explorare să fie perpendiculare pe direcția zăcământului.

In cazul când direcția zăcământului nu este o linie dreaptă, liniile de explorare se amplasează una față de alta sub diferite unghiuri, formând blocuri ale zăcământului explorat, de forme diferite.

Deaceea, la calculul rezervelor, se pune problema determinării volumului zăcământului, în interiorul fiecărui bloc în parte. (12)

Fig. 260 reprezintă conturul unui zăcământ oarecare, explorat printr'un sistem de lucrări miniere, ales pentru cazul dat. Cele din urmă se amplasează atât pe direcții paralele cât și pe direcții neparalele. Determinarea rezervelor din blocurile cuprinse între sec-

țiuni verticale paralele s'a expus mai sus. Se vor arăta deci formulele după care se determină volumul zăcământului între secțiunile verticale neparalele.

Fie A, B (fig. 261) două planuri verticale, care formează, în prelungire, unghiul β și în care sunt cuprinse direcțiile de explorare corespunzătoare.

Aici, S_1, S_2 sunt suprafețele secțiunilor zăcământului în planele A, B.

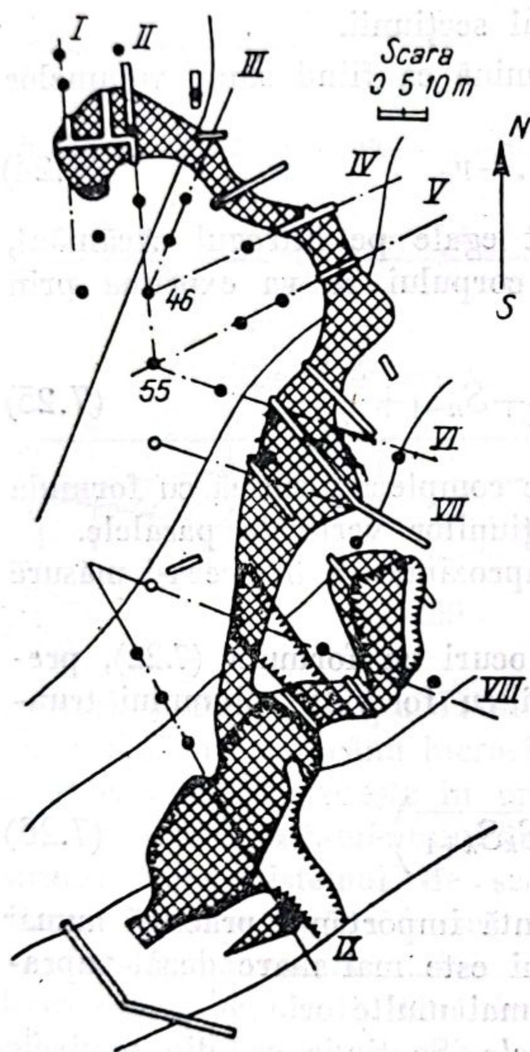


Fig. 260

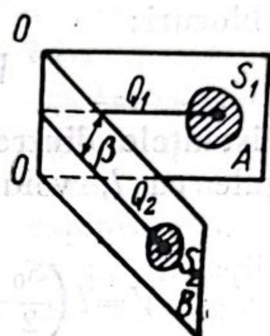


Fig. 261

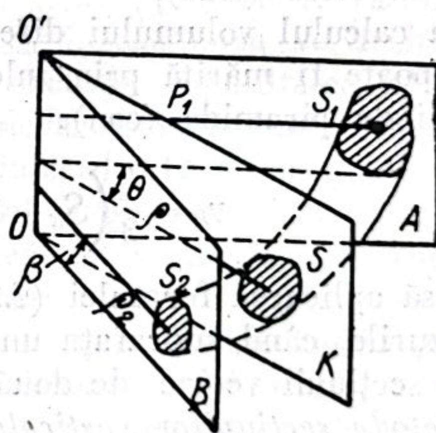


Fig. 262

Trebue să se admită că variația mărimii între două direcții de explorare vecine se face continuu și uniform.

In această condiție, valoarea S a unui plan oarecare intermediar K (fig. 262), între două plane date A, B, va depinde de mărimea unghiului Θ, format de planele A, K, adică mărimea S pentru secțiunea K se va exprima prin formula:

$$S = S_1 + \frac{S_1 - S_2}{\beta}\theta. \quad (7.27)$$

Pornind dela expresia (7.27), variaţia mărimii S în sens geometric se poate lega de rotirea planului K în jurul liniei $\overline{OO'}$, între planele date A, B.

Inainte de a rezolva problema determinării volumului blocului, se va examina determinarea volumului unui element infinit mic din bloc.

Volumul corpului format prin rotirea unei figuri plane S, cu un unghi infinit mic $d\theta$, este egal cu produsul dintre suprafaţa S şi arcul descris de centrul de greutate al figurii, adică

$$dV = S\rho d\theta, \tag{7.28}$$

unde ρ este distanţa centrului de greutate al figurii până la axa de rotire $\overline{OO'}$.

In planul A, această distanţă este egală cu ρ_1, iar în planul B, cu ρ_2. Variaţia distanţei în intervalul indicat, se presupune, deasemenea, că este continuă şi uniformă şi prin urmare, corespunde expresiei

$$\rho = \rho_1 + \frac{\rho_2 - \rho_1}{\beta}\theta. \tag{7.29}$$

Mărimile S, ρ pentru unghiul infinit mic $d\theta$, se pot considera invariabile.

Volumul total al blocului, format de rotirea suprafeţei S între două secţiuni verticale A, B se va exprima, în forma generală, printr'o integrală definită

$$V = \int_0^\beta S\rho d\theta, \tag{7.30}$$

unde θ variază dela 0^0 la β.

In baza celor arătate se obţin formule pentru determinarea practică a rezervelor blocului, cuprins între două secţiuni vecine, verticale, neparalelele.

Se înlocuesc mărimile S, ρ cu valorile lor.

$$\left(S_1 + \frac{S_2 - S_1}{\beta}\theta\right), \quad \left(\rho_1 + \frac{\rho_2 - \rho_1}{\beta}\theta\right)$$

Pentru simplificare se introduc notaţiile:

$$\rho_2 - \rho_1 = a, \quad S_2 - S_1 = b.$$

In acest caz, vom avea:

$$V = \int_0^\beta \left[\left(\rho_1 + \frac{a\theta}{\beta}\right)\left(S_1 + \frac{b\theta}{\beta}\right)\right] d\theta. \tag{7.31}$$

Scanned with CamScanner

Făcând unele transformări necesare și scoțând $\frac{1}{\beta^2}$ în fața semnului integral, se obține:

$$V=\frac{1}{\beta^2}\int_0^\beta\left[\rho_1 S_1\beta^2+(S_1 a+\rho_1 b)\,\beta\theta+ab\,\theta^2\right]d\theta. \quad (7.32)$$

După integrarea expresiei (7.32), se obține:

$$V=\frac{1}{\beta^2}\left|\rho_1 S_1\beta^2\theta+(S_1 a+\rho_1 b)\,\beta\frac{\theta^2}{2}+ab\frac{\theta^3}{3}\right|_0^\beta=$$

$$=\frac{1}{\beta^2}\left[\rho_1 S_1\beta^3+(S_1 a+\rho_1 b)\frac{\beta^3}{3}+ab\frac{\beta^3}{3}\right]=\frac{\beta}{6}(6\rho_1 S_1+3S_1 a+3\rho_1 b+2ab).$$

Inlocuind a și b cu valorile lor, vom avea:

$$V=\frac{\beta}{6}(6\rho_1 S_1+3S_1\rho_2-3\rho_1 S_2-3S_1\rho_1-3S_1\rho_1+$$
$$+2\rho_2 S_2-2\rho_1 S_2-2\rho_2 S_1+2\rho_1 S_1)$$

sau definitiv

$$V=\frac{\beta}{6}\left[\rho_1(2S_1+S_2)+\rho_2(2S_2+S_1)\right]. \quad (7.33)$$

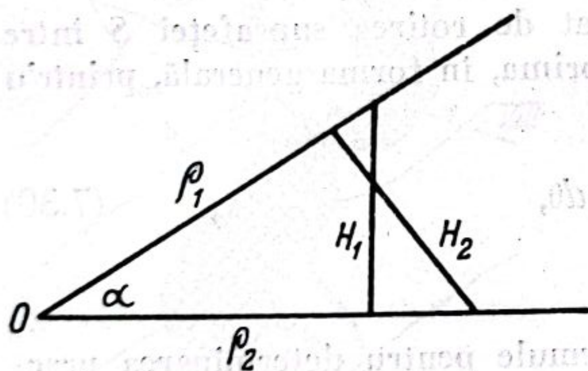


Fig. 263

Formula (7.33) este expresia pentru determinarea practică a volumului blocului dintre două secțiuni verticale, neparalele.

In ultima formulă, cum rezultă din fig. 263, razele de rotație ρ_1, ρ_2 pot fi înlocuite cu perpendicularele H_1, H_2, coborîte din centrele de greutate ale secțiunilor zăcămîntului, pe liniile vecine ale secțiunilor și legate corespunzător cu razele ρ_1, ρ_2, respectiv cu relațiile:

$$\rho_1=\frac{H_1}{\sin\beta},\qquad \rho_2=\frac{H_2}{\sin\beta}.$$

In acest caz, formula (7.33) va lua următoarea formă:

$$V=\frac{\beta}{6\sin\beta}\left[H_1(2S_1+S_2)+H_2(2S_2+S_1)\right]. \quad (7.34)$$

La calculul volumului blocului cuprins între secțiunile verticale, neparalele, după formulele (7.33) și (7.34), datele de plecare sunt: suprafețele (S_1 și S_2) ale secțiunilor în zăcămînt, în planele secțiu-

nilor, razele (ρ_1 şi ρ_2) sau perpendicularele (H_1 şi H_2) arătate mai sus şi unghiul β dintre direcţiile de explorare. Unghiul β se ia grafic de pe planul de explorare, se măsoară cu raportorul şi, în formulă, este exprimat în radiani.

Pentru determinarea razei ρ sau a lui H, se cere să se găsească centrul de greutate al suprafeţei S a secţiunii zăcământului. Dacă suprafaţa S se apropie ca formă, de figurile geometrice regulate, triunghi, trapez, patrulater, etc., centrul de greutate se determină după regulile cunoscute din geometrie.

In practică, la calculul rezervelor, secţiunile zăcământului vor fi reprezentate, mai des, prin conture mai complicate, decât figurile geometrice regulate. In acest caz, pentru determinarea centrului de greutate al secţiunii, se recomandă metoda grafico-analitică, bazată pe teorema: „raportul sumei momentelor statice ale fâşiilor elementare ale secţiunii faţă de o axă oarecare la planul secţiunii, este egal cu distanţa centrului de greutate al secţiunii dela această axă".

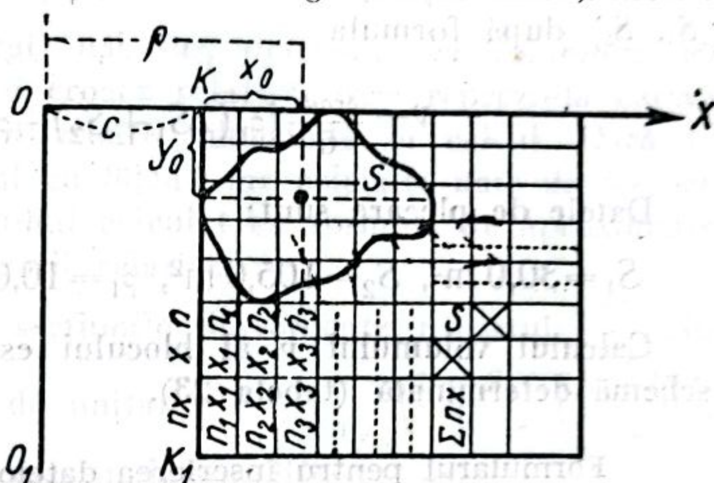


Fig. 264

In fig. 264, fie dată suprafaţa S a unui contur neregulat, care reprezintă secţiunea corpului în plan vertical. Direcţia acestuia din urmă se ia drept axa ox. Se împarte suprafaţa S în pătrate, printr'un sistem de drepte paralele şi perpendiculare pe axa ox. Se obţine produsul nx al patratelor dintr'o fâşie sau alta, perpendiculare pe axa ox, la distanţele corespunzătoare centrelor fâşiilor până la o axă oarecare KK_1. Raportul sumei lor, la suprafaţa S a secţiunii, va determina distanţa căutată (x_0) dela centrul de greutate al secţiunii, până la axa KK_1.

$$x_0 = \frac{\Sigma nx}{S}. \tag{7.35}$$

Cunoscând distanţa c dela axa KK_1 până la linia de intersecţie a secţiunilor verticale neparalele (fig. 264), se va găsi, simplu, raza de rotaţie ρ în secţiunea dată.

$$\rho = c + x_0 \tag{7.36}$$

In fine, având poziţia proiecţiei centrului de greutate al secţiunii pe linia secţiunii, se poate găsi, grafic, mărimea H a perpendicularei

coborîte din acest punct pe linia secţiunii vecine, verticale, neparalele, care este legată cu raza de rotaţie ρ prin relaţia

$$H=\rho \sin \beta. \tag{7.37}$$

In practică, la determinarea centrului de greutate al secţiuniior, se foloseşte, deseori reţeaua de coordonate cu latura pătratului de 0,5 cm, trasată pe hârtie transparentă. Folosirea ei permite să se găsească centrul de greutate al figurii pe hârtie, cu destulă precizie (0,5—1,0 mm).

Unghiul β dintre secţiunile neparalele se măsoară pe plan cu raportorul.

Se dă mai jos exemplul (12) de determinare a volumului unui bloc de zăcământ, cuprins între două secţiuni verticale, vecine, neparalele (S_1, S_2) după formula

$$v=\frac{\beta rad}{6}[\rho_1(2S_1+S_2)+\rho_2(2S_2+S_1)].$$

Datele de plecare sunt:

$S_1=30{,}0\ m^2$, $S_2=105{,}0\ m^2$, $\rho_1=10{,}0$ m, $\rho_2=16{,}0$ m, $\beta=41°$.

Calculul volumului v al blocului este bine să se facă după o schemă determinată (tabela 23).

Tabela 23

Formularul pentru înscrierea datelor la calculul volumelor în cazul secţiunilor neparalele

1	βrad	0,716	6	$2S_2$	210
2	$\frac{\beta rad}{6}$	0,1193	7	$2S_2+S_1$	240
3	$2S_1$	60	8	$b=\rho_2(2S_2+S_1)$	3 840
4	$2S_1+S_2$	165	9	$a+b$	5 490
5	$a=\rho_1(2S_1+S_2)$	1 650	10	$v=\frac{\beta rad}{6}(a+b)$	655

Cu formula (7.33) sau cu formula analoagă ei (7.34) trebue să se calculeze în cazurile când S_1, S_2, ρ_1, ρ_2 diferă după valorile lor. Diferenţa mare dintre valori se întâlneşte mai ales la S_1 şi S_2. Dacă una dintre suprafeţe este de două ori mai mare sau mai mică decât

cealaltă, se poate folosi, la determinarea volumului, formula de aproximaţie şi anume:

$$V=\beta\left(\frac{S_1+S_2}{2}\right)\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}\right) \text{ sau } V=\frac{\beta}{\sin\beta}\left(\frac{S_1+S_2}{2}\right)\left(\frac{H_1+H_2}{2}\right), \quad (7.38)$$

unde suprafaţa secţiunii şi raza rotaţiei se iau ca media aritmetică dintre două mărimi.

Formula (7.38), faţă de formula (7.33) dă eroarea absolută la determinarea volumului:

$$\Delta V=\frac{\beta}{12}(S_1-S_2)(\rho_1-\rho_2). \quad (7.39)$$

Astfel, în exemplul arătat mai sus, determinarea volumului cu formula de aproximaţie dă o eroare relativă, care reprezintă câteva procente din volum, adică o eroare admisibilă în calcul. Dacă în acelaşi exemplu se ia S_1 egal cu 80 m², iar celelalte date de plecare sunt lăsate neschimbate, volumul calculat cu formula de aproximaţie dă o valoare admisibilă a erorii relative.

La unghiuri β mici între secţiunile convergente, raportul $\frac{\beta}{\sin\beta}$ din formula (7.38) se apropie de unitate, $V=\frac{\beta}{\sin\beta}\left(\frac{S_1+S_2}{2}\right)\left(\frac{H_1+H_2}{2}\right)$, deaceea, formula poate fi şi mai mult simplificată, adică

$$V=\left(\frac{S_1+S_2}{2}\right)\left(\frac{H_1+H_2}{2}\right). \quad (7.40)$$

Pentru secţiuni paralele $\beta=0°$, $H_1=H_2=H$ şi formula (7.38) se va scrie $V=\frac{S_1+S_2}{2}H$, adică egală cu expresia (7.22), după care se execută calculul volumelor blocului, cuprins între secţiunile paralele verticale.

Metoda abacei (paletei) volumetrice. Aplicarea acestei metode la determinarea volumului a fost propusă de prof. P. K. Sobolevski.

Metoda constă în următoarele: se împarte corpul cu ajutorul paletei patrate într'o serie de prisme verticale secţionate oblic, cu bazele patrate egale. Volumul fiecărei prisme se determină ca fiind produsul bazei indicate cu înălţimea ei medie. Cea din urmă va corespunde, desigur, înălţimii punctului mediu (centrului) al prismei. Suma volumelor prismelor dă volumul total al corpului.

Fig. 265 reprezintă corpul de minereu în isogrosimi. Pe el se aşează, cu orientare liberă, paleta cu latura patratului egală cu 1 cm. La fiecare centru al patratului, corespunde un sector al corpului, prisma

Scanned with CamScanner

cu baza patrată, egală, pe plan, cu 1 cm², şi cu înălţimea medie egală cu grosimea verticală a corpului, în centrul bazei prismei. De exemplu, în punctul *K*, înălţimea acestei prisme (baza haşurată) este de 2,60 m.

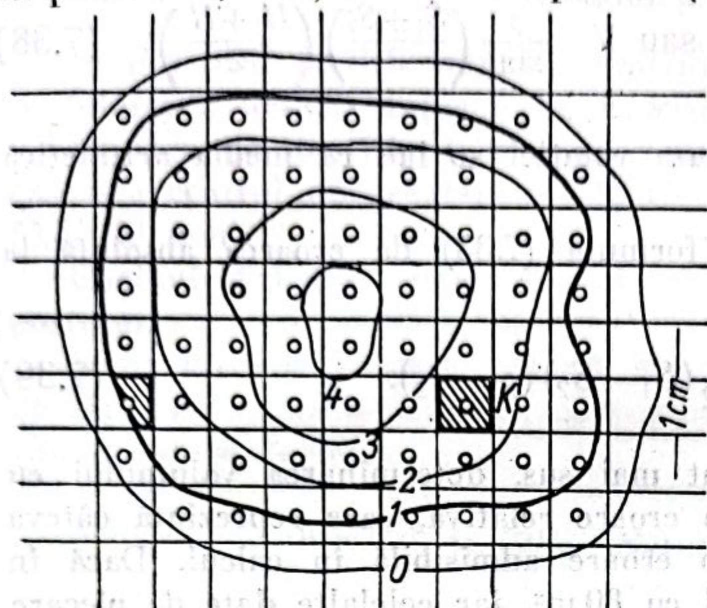


Fig. 265

Deoarece bazele *S* ale tuturor prismelor sunt egale, pentru calculul volumului total al întregului corp, este destul să se însumeze înălţimile *h* ale prismelor (grosimile verticale ale corpului după toate punctele paletei în limitele conturului corpului) şi $\sum h$ obţinută să fie înmulţită cu mărimea constantă *S*, suprafaţa bazei prismei, adică:

$$V = S\sum h. \qquad (7.41)$$

Pentru însumarea grosimilor verticale ale corpului, pentru poziţia dată a paletei, se întocmeşte următoarea tabelă:

	1	2	3								Σ
1′											Σ_1'
2′											Σ_2'
3′											Σ_3'
Σ	Σ_1	Σ_2	Σ_3								Σ

Este mai bine ca înscrierea grosimilor în tabelă să se facă după liniile paletei. Pentru control, însumarea lor se face pe coloane verticale şi orizontale. Dimensiunile tabelei se determină prin numărul punctelor paletei, cuprinse în conturul corpului. Volumul corpului trebue să se determine la cel puţin două poziţii ale paletei şi pentru diferenţe admisibile de 1—2% a rezultatelor calculului, din care se

Scanned with CamScanner

ia media. Distanța dintre punctele paletei se ia în funcție de variația formei și a mărimii zăcământului, egală cu 0,5, 1,00 și 2,0 cm.

Fie $\sum h = 216,5$ m, distanța dintre punctele paletei, 1 cm și scara planului, 1/1 000; atunci volumul corpului calculat va fi

$$V = \frac{216,5 \times 1,0 \times 1\,000^2}{100^2} = 21\,650 \text{ m}^3.$$

Comparând metoda paletei volumetrice cu alte metode de determinare a volumelor, se obțin diferențe admisibile (1—2%). Astfel, metoda prin simplicitatea ei dă rezultate satisfăcătoare. Desavantajul ei față de celelalte metode este greutatea destul de mare în execuție.

După cum rezultă din cele expuse, pentru determinarea volumului după formulele lui Bauman și după formula parabolei și cu ajutorul paletei lui Sobolevski este nevoie de reprezentarea corpului în isohipse sau în isogrosimi.

Exactitatea determinării volumului unui corp astfel reprezentat este, pentru diverse metode, diferită.

Fără să se țină seamă de corespondența corpului reprezentat cu corpul în natură se poate observa, că cele mai bune rezultate trebue să le dea formula parabolei, deoarece determinarea ei este bazată pe imaginea suprafeței care delimitează corpul, adică pe o suprafață curbă de ordinul al doilea, de tipul parabolic.

Formula lui Bauman se bazează pe imaginarea suprafeței care delimitează corpul, ca fiind o suprafață liniară. Calculul volumului cu această formulă, fără a introduce o corecție, o reduce la formula trapezului. Calculul volumului cu ajutorul paletei se bazează pe împărțirea corpului în poliedre, prisme verticale, secționate oblic. Metoda secțiunilor verticale, având nevoie de reprezentarea prealabilă a corpului în isolinii, cere distribuirea punctelor de explorare pe direcții.

Formula conoidului. Dacă zăcământul aflorează sau este deschis la un orizont oarecare și este străpuns pe înclinare cu o sondă, ceeace se întâmplă deseori la explorarea zăcământului exploatat în adâncime, — rezerva substanței minerale utile în unități de volum se calculează cu formula conoidului.

Fie în fig. 266, *a*, reprezentat în plan, conturul zăcământului, la orizontul lucrărilor miniere. Suprafața conturului este egală cu *S*. Prin punctul *A*, care se află pe același orizont, trece sonda perpendicular pe direcția zăcământului, trasată după un unghi δ_0, față de planul orizontal. Unghiul de înclinare al zăcământului este egal cu δ. In fig. 266, *b* este reprezentată secțiunea verticală a zăcământului

care trece prin sondă. Punctele M, N sunt punctele de intrare şi de ieşire a sondei din zăcământ, iar l este adâncimea pe înclinare a sondei, dela orizontul S, până la punctul de întâlnire a sondei cu zăcământul.

In fig. 267 este dată vederea generală care cuprinde elementele secţiunii orizontale şi verticale. Aici $BCDE$ este conturul zăcământului la orizontul lucrărilor, punctul A este urma sondei la acelaşi orizont. Din punctul A se duc două tangente $\overline{AB}$, $\overline{AD}$ la conturul sec-

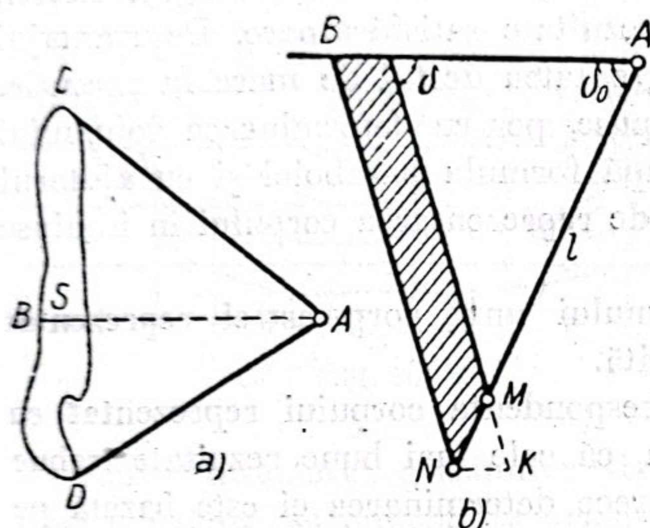


Fig. 266

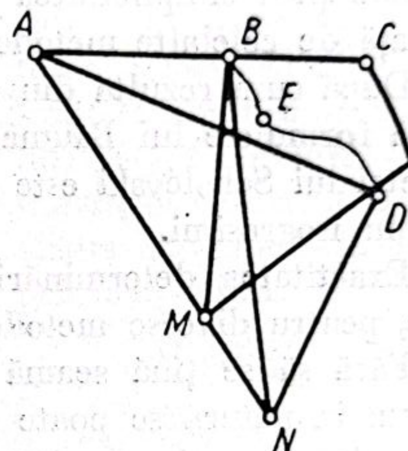


Fig. 267

ţiunii zăcământului. Punctele B, D se unesc cu punctele M, N. Se reprezintă corpul limitat de două suprafeţe conice, $NBED$ cu vârful în punctul N şi $MBCD$ cu vârful în punctul M, prin două triunghiuri MBN, MDN şi conturat, deasemenea de suprafaţa $BCDE$. Acesta se numeşte conoid.

Cum rezultă din fig. 267, volumul corpului este egal cu diferenţa volumelor a două conuri, unul cu baza $ABCD$ şi cu vârful în punctul N, iar altul cu baza $ABED$ şi vârful în punctul M.

Astfel, volumul conoidului se va determina din expresia:

$$V = V_1 - V_2 = \frac{1}{3} S_1 l_1 \cdot \sin\delta_0 - \frac{1}{3} S_2 l_2 \sin\delta_0 =$$

$$= \frac{1}{3} \sin\delta_0 (S_1 \cdot l_1 - S_2 \cdot l_2 \ldots, \qquad (7.42)$$

în care: S_1 este suprafaţa $ABCD$;

S_2 — suprafaţa $ABED$;

l_1 — lungimea pe înclinare a sondei AN;

l_2 — lungimea pe înclinare a sondei AM;

δ_0 — unghiul de înclinare al sondei.

Scanned with CamScanner

3. DETERMINAREA VALORILOR MEDII ALE INDICILOR ZACAMANTULUI (GROSIMEA, GREUTATEA VOLUMETRICA ŞI CONŢINUTUL COMPONENŢILOR UTILI)

In formulele rezervei substanţei minerale utile dintr'un sector oarecare

$v = S \cdot m_{mediu}$ este rezerva în unităţi volumetrice;

$Q = V \cdot R_{mediu}$ — rezerva substanţei minerale utile în unităţi de greutate;

$P = Q \cdot c_{mediu}$ — rezerva componentului util în funcţie de greutate.

Ca mărimi de bază intră valorile medii ale grosimii, greutatea în volum şi conţinutul componentului util.

Valorile medii ale indicilor arătaţi pot să se refere la un abataj separat, la un bloc, la un sector de zăcământ sau la zăcământ, în totalitatea lui.

Valorile medii ale grosimii, greutăţii volumetrice şi ale conţinutului se determină pe cale grafică sau analitică. Metoda grafică este comodă, atunci când se determină valorile medii ale măsurilor indicate pentru abataje separate, sau pentru liniile unităţilor de explorare.

Ca exemplu al acestei metode poate servi determinarea conţinutului mediu după suprafaţa delimitată de „curba conţinutului".

Grosimea medie şi greutatea volumetrică medie se pot determina, ca şi conţinutul mediu, prin metoda grafică.

Pentru determinarea valorii medii a mărimilor indicate, afară de metoda grafică, există metode de calcul analitice. Mai jos, la analizarea metodelor distincte pentru calculul rezervelor, aplicabil la fiecare dintre ele, se va insista asupra acestor metode. In acest caz trebue să se indice că la baza lor stau două metode de calcul: a) metoda mediei aritmetice şi b) metoda mediei ponderate.

Rezultă că grosimea medie a zăcământului sau a părţii lui se poate determina cu formulele:

$$m_{mediu} = \frac{m_1 + m_2 + \ldots + m_n}{n} = \frac{\sum m}{n}, \qquad (7.43)$$

$$m_{mediu} = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \ldots + m_n l_n}{l_1 + l_2 + \ldots + l_n} = \frac{\sum ml}{\sum l}, \qquad (7.44)$$

în care $m_1, m_2, \ldots m_n$ sunt grosimile în diferite puncte, iar

$l_1, l_2, \ldots l_n$ — intervalele la care corespund grosimile aratate mai sus .Drept ponderi pot servi, afară de l, suprafeţele cărora corespund grosimile.

Scanned with CamScanner

Grosimea medie m_{mediu} se calculează cu formula (7.43) în cazurile când:

a) grosimea variază puţin dela un punct al zăcământului la altul, sau

b) punctele (din afloriment sau abataje) cu grosimile măsurate se distribue uniform, sau

c) se cere un calcul aproximativ.

In alte condiţii şi cerinţe faţă de rezultatele calculului, grosimea medie m_{mediu} se determină cu formula ponderii medii, după formula (7.44).

Valoarea medie a greutăţii volumetrice se calculează ca medie aritmetică

$$R_{mediu}=\frac{R_1+R_2+\ldots+R_n}{n}=\frac{\Sigma R}{n} \tag{7.45}$$

sau ca medie volumetrică:

$$R_{mediu}=\frac{R_1m_1+R_2m_2+\ldots+R_nm_n}{m_1+m_2+\ldots+m_n}=\frac{\Sigma Rm}{\Sigma m}. \tag{7.46}$$

In fine, valorile medii ale conţinutului componentului util se calculează cu formulele:

$$c_{mediu}=\frac{c_1+c_2+\ldots+c_n}{n}=\frac{\Sigma c}{n}; \tag{7.47}$$

$$c_{mediu}=\frac{c_1m_1R_1+c_2m_2R_2+\ldots+c_nm_nR_n}{m_1R_1+m_2R_2+\ldots+m_nR_n}=\frac{\Sigma cmR}{\Sigma mR}. \tag{7.48}$$

Formula (7.48) se numeşte formula mediei gravimetrice. La variaţii mici ale lui R, în loc de greutăţi la determinarea lui c_{mediu} se pot lua grosimile măsurate, suprafeţe sau volume, la care se referă determinările separate ale componentului util.

CAPITOLUL VIII

METODE PENTRU CALCULUL REZERVELOR

In funcţie de forma şi de condiţiile de aşezare a zăcământului, de variaţia conţinutului componentului util, de distribuţia şi numărul punctelor de explorare, se folosesc diferite metode de calcul al rezervelor.

Cele mai cunoscute sunt următoarele:

1. metoda mediei aritmetice,
2. metoda isohipselor,

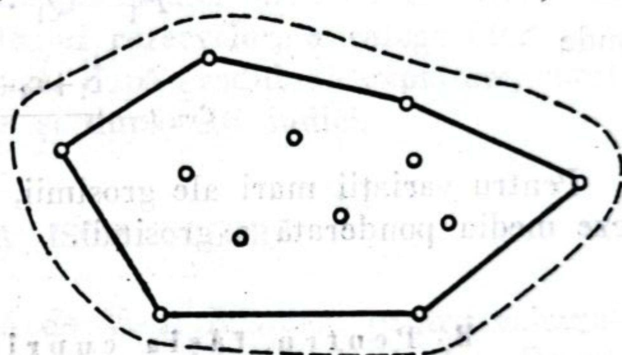
3. metoda triunghiurilor,
4. metoda poligoanelor,
5. metoda blocurilor,
6. metoda secțiunilor verticale,
7. metoda isoliniilor.

Cu toate că metodele enumerate rezultă din condițiile geologice și din metodele de explorare a zăcămintelor de substanțe minerale utile, ele nu epuizează toate metodele de calcul al rezervelor. Deaceea, în practica calculului nu este exclusă posibilitatea de aplicare a altor metode. Însă metodele arătate mai sus, sunt metode de bază și acceptate în unanimitate. Urmează o scurtă caracterizare a acestor metode.

§ 1. METODA MEDIEI ARITMETICE

Această metodă de calcul este cea mai simplă, cea mai rapidă și în același timp, cea mai precisă.

Fie executate pe suprafața zăcământului n lucrări de explorare, în baza cărora s'a construit conturul interior și exterior al zăcământului (fig. 268). Cu aceste contururi, zăcământul s'a împărțit în două: suprafața conturului interior și suprafața fâșiei dintre conture. Calculul rezervelor se face separat, deoarece intervine gradul de explorare diferit al rezervelor.


Fig. 268

Se introduc notațiile:

S_1 — suprafața conturului interior;
S_2 — suprafața fâșiei dintre conture;
n — numărul lucrărilor miniere în limitele conturului interior și de pe conturul însuși;
K — numărul lucrărilor miniere pe linia conturului interior;
$V_1 Q_1 P_1$ — volumul, greutatea minereului și greutatea metalului, în limitele S_1;
$V_2 Q_2 P_2$ — volumul, greutatea minereului și greutatea metalului în limitele S_2.

Să se execute calculul rezervelor în limitele conturului interior și ale fâșiei dintre contururi. Calculul se face în ordinea următoare:

A. Pentru conturul interior

1. Măsurarea suprafeţei S_1.
2. Determinarea grosimii m_{med} pentru suprafaţă:

$$m_{med} = \frac{m_1 + m_2 + \ldots + m_n}{n}. \tag{8.1}$$

3. Determinarea volumului V_1:

$$V_1 = S_1 \cdot m_{med}. \tag{8.2}$$

4. Determinarea rezervei de minereu în greutate:

$$Q_1 = V_1 \cdot R_{med}, \tag{8.3}$$

unde

$$R_{med} = \frac{R_1 + R_2 + \ldots + R_n}{n}. \tag{8.4}$$

5. Determinarea rezervei de metal, în greutate,

$$P_1 = Q_1 \cdot c_{med}, \tag{8.5}$$

unde

$$c_{med} = \frac{c_1 + c_2 + \ldots + c_n}{n}. \tag{8.6}$$

Pentru variaţii mari ale grosimii, c_{med} şi R_{med} trebue să se calculeze media ponderată a grosimii.

B. Pentru fâşia cuprinsă între conture

1. Măsurarea suprafeţei S_2.
2. Determinarea grosimii medii pentru suprafaţa S_2:

$$m'_{med} = \frac{m_1' + m_2' + \ldots + m_k'}{2k}, \tag{8.7}$$

(numărul $2k$ dela numitor este condiţionat de faptul că, fiecărui punct din conturul interior, care are o grosime determinată, îi corespunde un punct de pe conturul exterior, care are grosimea zero).

3. Determinarea volumului V_2:

$$V_2 = S_2 \cdot m'_{med}, \tag{8.8}$$

4. Determinarea rezervei de minereu în greutate:

$$Q = V_2 \cdot R'_{med}. \tag{8.9}$$

unde

$$R'_{med} = \frac{R_1' + R_2' + \ldots + R_k'}{k}. \tag{8.10}$$

5. Determinarea lui P_2:

$$P_2=\frac{Q_2 \cdot c'_{med}}{100} \text{ sau } P_2=Q_2 \cdot c'_{med}, \tag{8.11}$$

unde

$$c'_{med}=\frac{c_1'+c_2'+c_3'+...+c_k'}{k}.$$

Pentru variaţii mari ale grosimii c'_{med} şi R'_{med}, urmează să se calculeze media ponderată a grosimii.

Rezerva totală a zăcământului se va obţine prin însumarea rezervei din conturul interior şi a rezervei din fâşia cuprinsă între contururi.

După această metodă, eroarea de calcul în ce priveşte rezultatul depinde de variaţiile lui *m, R* şi *c*, de gradul de uniformitate al distribuţiei şi de numărul unităţilor de explorare.

La un număr mare de date şi la o variaţie neînsemnată a indicilor *m, R* şi *c*, se obţin rezultate de calcul satisfăcătoare.

Desavantajul principal, al mtodei mediei aritmetice, constă în imposibilitatea evidenţierii, la calculul rezervelor, a categoriilor şi a subdiviziunilor în care se încadrează, după gradul de explorare, după calitatea substanţei minerale utile şi după alţi indici.

§ 2. METODA ISOHIPSELOR

Această metodă a fost propusă de V. I. Bauman, pentru calculul rezervelor zăcămintelor carbonifere din regiunea bazinului Doneţ, adică pentru zăcămintele stratiforme, care au o grosime uniformă a stratelor şi o suprafaţă complexă.

Metoda constă în următoarele:

Se determină suprafaţa *S* după planul hipsometric al stratului (7.6):

$$S=\sqrt{B^2+C^2}, \tag{8.12}$$

unde *S* este suprafaţa stratului cuprinsă între două isohipse vecine;

B — suprafaţa proiecţiei acelei suprafeţe pe plan orizontal (se determină cu planimetrul);

C — suprafaţa cilindrului construit pe isohipsa medie (l_0), cu înălţimea *h*. Isohipsa se determină din expresia:

$$l_0=\frac{l_1+l_2}{2} \tag{8.13}$$

în care l_1, l_2 sunt lungimile isohipselor, între care se cuprinde suprafaţa. Lungimea isohipselor se măsoară cu curbimetrul.

Suprafaţa C se calculează cu formula:

$$C = h \cdot l_0. \tag{8.14}$$

Printr'o metodă sau alta, se calculează grosimea medie (m_{med}) a stratului, după care rezerva în unităţi de volum se găseşte prin produsul suprafeţei S a stratului, cu grosimea lui medie (m_{med}).

$$v = S \cdot m_{med}. \tag{8.15}$$

Inmulţind v cu greutatea volumetrică medie (R_{med}) a cărbunelui, se obţine rezerva în greutate.

In sectoarele cu dimensiuni limitate, sau în condiţii corespunzătoare de zăcământ, suprafaţa stratului descris poate fi considerată plană.

In acest caz, rezerva cărbunelui dintr'un strat sau altul se va exprima în mărimi de volum prin formula:

$$V = S_n \cdot m_{med}, \tag{8.16}$$

în care S_n este suprafaţa sectorului în planul stratului;
m_{med} — valoarea medie a grosimii stratului.

Mărimea S_n se va determina, deasemenea, din relaţia:

$$S_n = \frac{S_0}{\cos\delta} \tag{8.17}$$

în care S_0 este suprafaţa sectorului în plan;
δ — unghiul de înclinare al stratului.

§ 3. METODA TRIUNGHIURILOR

Se împarte zăcământul în prisme triunghiulare oblice. Bazele lor superioare şi inferioare sunt triunghiuri, în vârfurile cărora se situează lucrările miniere de explorare. Muchiile laterale ale prismelor sunt grosimile verticale după lucrările miniere de explorare. Se presupune că grosimea, greutatea volumetrică şi conţinutul variază treptat, dela un vârf la altul al triunghiului.

Calculul rezervelor se face, pentru fiecare prismă în parte. Pentru obţinerea rezervei totale, se însumează rezervele prismelor.

In vederea calculului, suprafaţa zăcământului se împarte într'o reţea de triunghiuri (fig. 269), prin unirea cu drepte a punctelor de explorare respective. In această operaţie, se tinde ca suprafaţa conturului interior al zăcământului să fie împărţită în triunghiuri, care să se apropie de forma echilaterală.

Scanned with CamScanner

Dacă conturul zăcământului trece în afara lucrărilor miniere, prin punctele de grosime zero sau de grosime industrială minimă, atunci fâşia cuprinsă între contururi se împarte în triunghiuri echilaterale, care au laturile pe conturul interior, iar vârfurile pe conturul exterior (fig. 269).

Volumul prismei triunghiulare secţionate oblic este egal cu produsul dintre suprafaţa bazei şi $^1/_3$ din înălţimea sa.

Volumul şi rezervele prismelor din fâşia dintre conture se calculează la fel, ţinând seamă de grosimile conturului exterior.

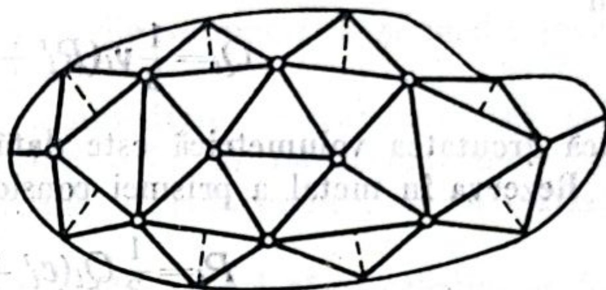


Fig. 269

Se notează cu: S_i — suprafaţa triunghiului;

m_i', m_i'', m_i''' — grosimile zăcământului după lucrări miniere, care determină înălţimea prismei i;

v_i — volumul prismei, determinat de triunghi;

R_i', R_i'', R_i''' — greutăţile volumetrice din diferite lucrări miniere, care determină prisma i;

R — greutatea volumetrică medie a substanţei minerale utile pentru întregul zăcământ;

Q — rezerva totală;

Q_1 — rezerva substanţei minerale utile din prismă, determinată de triunghi;

c_i', c_i'', c_i''' — conţinutul metalului după lucrările miniere, care contureză prisma i (în greutate sau în procente);

P — rezerva totală a metalului;

P_i — rezerva metalului în prismă, determinată de triunghi.

Calculul rezervei în limitele prismei se face în ordinea următoare:

1. Determinarea suprafeţei triunghiului se face cu formula:

$$S_i = \frac{a_i \cdot h_i}{2}, \tag{8.18}$$

în care a_i este baza triunghiului (se măsoară pe plan);

h_i — înălţimea triunghiului (se măsoară pe plan).

Intr'o serie de cazuri, suprafeţele S_i se determină cu planimetrul.

2. Calculul volumului prismei se face cu formula:

$$v_i = \frac{1}{3} S_i (m_i' + m_i'' + m_i'''). \tag{8.19}$$

3. Rezerva minereului din volumul prismei se determină din expresia:

$$Q_i = v_i R, \tag{8.20}$$

dacă se ia aceeaşi greutate volumetrică pentru întregul zăcământ, sau

$$Q_i = \frac{1}{3} v_i (R_i' + R_i'' + R_i''') \tag{8.21}$$

dacă greutatea volumetrică este dată pentru fiecare lucrare minieră.

Rezerva în metal a prismei considerate se calculează din expresia:

$$P_i = \frac{1}{3} Q_i (c_i' + c_i'' + c_i''') . \tag{8.22}$$

Rezerva totală a minereului Q şi a metalului P ale zăcământului se obţine prin însumarea rezervelor din prismele separate.

Deoarece este necesar să avem rezerva totală a zăcământului (sau a unei părţi a acestuia) şi nu după prisme separate, atunci pentru eliminarea calculelor suplimentare, se obţin rezervele întreite după prisme separate şi numai după însumarea lor, totalul se împarte la 3.

Calculul urmează să se facă după o schemă stabilită (tabela 24) (greutatea volumetrică este comună pentru întregul zăcământ şi este egală cu 2).

Tabela 24

Formularul pentru înscrierea datelor la calculul rezervelor cu metoda triunghiurilor

Nr. triunghiurilor	Nr. lucrărilor miniere	m_i	S_i	$3\ V_i$	$3\ Q_i$	c, %	$3\ P_i$
1	2	3	4	5	6	7	8
	652	3,80	—	—	—	51	—
1	673	3,60	180,0	—	—	50	—
	656	4,20	—	—	—	49	—
		11,60	180,0	2 088	4 176	50	2 088
	652	—	—	—	—	—	—
2	673	—	—	—	—	—	—
	110	—	—	—	—	—	—
		—	—	$3\sum_V V_i$	$3\sum_Q Q_i$		$3\sum_P P_i$

In cazul când greutăţile volumetrice sunt diferite, schema de calcul se complică corespunzător.

Uneori, pentru precizarea rezultatelor calculului, grosimile medii ale prismelor se obţin prin atribuirea diferitelor ponderi datelor rezultate din lucrări miniere separate, ţinând cont de distanţa dintre lucrările miniere, iar greutatea volumetrică medie şi conţinutul mediu după triunghiuri, calculându-se ca medie volumetrică şi medie gravimetrică.

Avantajul metodei constă în simplicitatea construcţiei, în posibilitatea separării asortimentului industrial al minereului după sectoare separate şi în înalta precizie a rezultatelor, la o variaţie însemnată a indicilor.

Afară de aceasta, metoda este comodă, atunci când calculul se face după totalitatea datelor obţinute din explorare şi din lucrările miniere.

Desavantajele metodei constau în neomogenitatea calculului, în cazul împărţirii diferite a suprafeţei zăcământului în triunghiuri şi în volumul mare al operaţiilor matematice, în comparaţie cu alte metode.

§ 4. METODA SUPRAFEŢELOR APROPIATE

Metoda a fost propusă de prof. A. K. Boldârev pentru calculul rezervelor zăcămintelor aluvionare. Metoda constă în următoarele: Suprafaţa explorată se împarte în sectoare separate, după numărul unităţilor de explorare, astfel încât fiecărei lucrări miniere să-i revină partea cea mai apropiată din zăcământ. Astfel, fiecărei lucrări miniere de explorare îi revine un sector (raion) determinat de zăcământ, caracterizat de indicaţiile din această lucrare minieră de explorare.

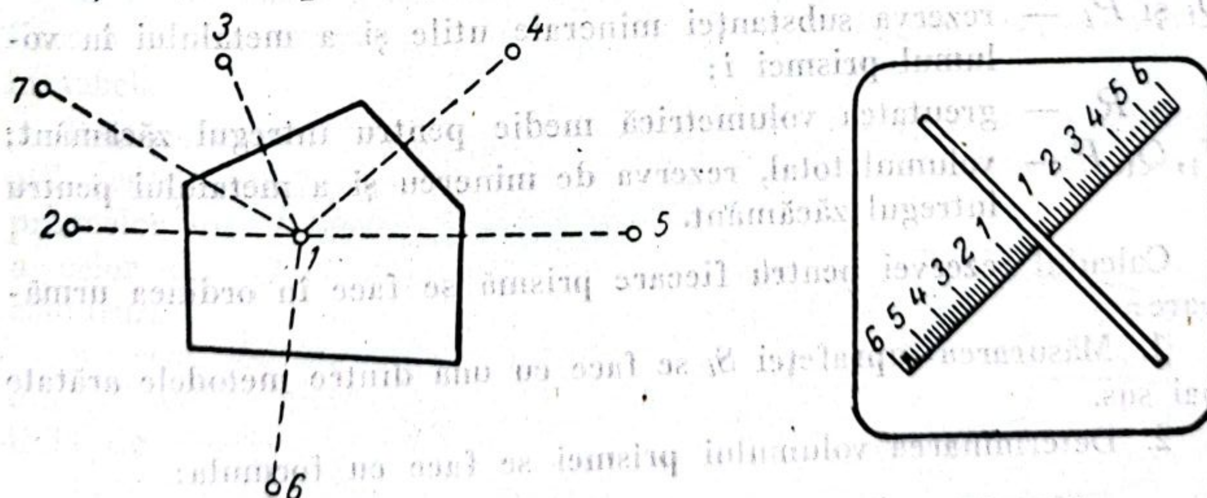


Fig. 270

Fig. 271

Se admite că, pentru întreaga suprafață apropiată, care aparține lucrării miniere date, greutatea specifică și conținutul rămân neschimbate.

Construcția suprafețelor apropiate se face în modul următor:

Se unește prin drepte lucrarea minieră de explorare dată, cu lucrările miniere apropiate de ea (vecine) (fig. 270). Din mijlocul segmentelor astfel obținute se ridică perpendiculare, care se întretaie între ele, formând în jurul lucrării miniere date un poligon. Orice punct din suprafața poligonului este mai apropiat de lucrarea minieră dată, decât de altele.

Pentru ușurarea construcției, la împărțirea segmentelor de dreaptă înjumătățite și la ridicarea perpendicularelor, se folosește șablonul reprezentat în fig. 271.

După metoda arătată, se împarte întreaga suprafață din plan în poligoane (fig. 272), iar zăcământul, în poliedre, cărora li se calculează rezervele. Ca baze și înălțimi ale prismelor poliedrice, servesc suprafețele poligonale cele mai apropiate lucrării miniere și grosimile verticale în aceste lucrări miniere.

Se introduc notațiile:

S_i — suprafața zonei apropiate a lucrării miniere i;
m_i — grosimea după lucrarea minieră i;
v_i — volumul prismei i;
R_i — greutatea volumetrică după lucrarea minieră i;
c_i — conținutul metalului după lucrarea minieră, exprimat în greutate sau în procente;
Q_i și P_i — rezerva substanței minerale utile și a metalului în volumul prismei i;
R — greutatea volumetrică medie pentru întregul zăcământ;
V_1, Q_1, P — volumul total, rezerva de minereu și a metalului pentru întregul zăcământ.

Calculul rezervei pentru fiecare prismă se face în ordinea următoare:

1. Măsurarea suprafeței S_i se face cu una dintre metodele arătate mai sus.

2. Determinarea volumului prismei se face cu formula:

$$v_i = S_i \cdot m_i. \quad (8.23)$$

3. Rezerva substanței minerale utile din volumul prismei se găsește din expresia:

$$Q_i = V_i \cdot R_i \text{ sau } Q_i = v_i \cdot R. \quad (8.24)$$

Scanned with CamScanner

4. Rezerva metalului din volumul prismei se calculează cu formulele:

$$P_i = Q_i \cdot c_i \text{ sau } P_i = \frac{Q_i \cdot c_i}{100}. \quad (8.25)$$

Calculele pentru prisme separate se fac după scheme şi se înscriu în tabelă (tabela 25). Schema alăturată se dă pentru cazul când greutatea volumetrică R a minereului este mică pentru întregul zăcământ.

Tabela 25

Formularul pentru înscrierea datelor la calculul rezervelor cu metoda suprafeţelor apropiate

Nr. poligoanelor	Nr. lucrărilor miniere	S_i	m_i	v_i	Q_i	c_i, %	P_i
1	101	114	3,30	376	752	55	417
2	589	78	1,4	109	218	50	109
		S		V	Q		P

In cazul când greutatea volumetrică este dată separat, pentru fiecare lucrare minieră, se mai introduce o coloană suplimentară, în tabelă.

Rezerva totală a substanţei minerale utile sau a componentului util pentru întregul zăcământ se obţine prin însumarea rezervelor prismelor din conturul interior şi a celor din fâşia cuprinsă între contururi.

In conturul interior, rezervele din prisme se calculează până la linia de conturare indicată.

In fig. 272 este reprezentat, pe lângă conturul interior, şi conturul exterior, care reprezintă linia de efilare a zăcământului, sau linia grosimilor industriale minime.

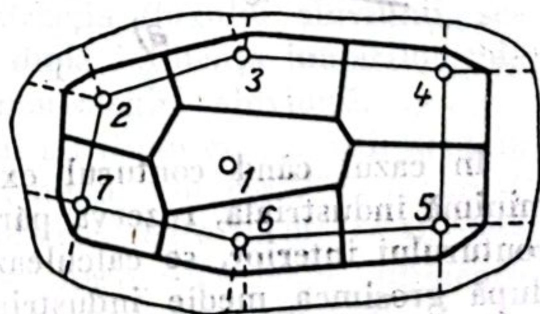


Fig. 272

Pentru calculul rezervelor din fâşia cuprinsă între contururi, cu metoda suprafeţei apropiate, se fac următoarele construcţii: din

punctele de amplasare a lucrărilor miniere vecine se coboară perpendiculare pe laturile conturului interior, atunci când aceste laturi formează unghiuri mai mari de 180°. In cazul când conturul interior este concav, se coboară bisectoare.

Aceste perpendiculare și bisectoare se trasează punctat, până la intersecția lor cu conturul exterior (fig. 272).

Pentru calculul rezervelor din fâșia dintre contururi, după metoda suprafețelor apropiate, se construește linia medie a fâșiei dintre contururi, linie care trece prin mijlocul perpendicularelor și al bisectoarelor construite. Prin această linie, fâșia dintre contururi se împarte în două părți. Partea fâșiei adiacente conturului interior se împarte cu ajutorul perpendicularelor ce trec prin mijlocul laturilor conturului interior, în poligoane, ce aparțin lucrărilor miniere vecine corespunzătoare. Rezervele pentru fiecare asemenea poligon se găsesc din suprafața poligonului și după indicii lucrării miniere de explorare.

Adunând aceste rezerve, se obține cifra totală a rezervei fâșiei dintre contururile indicate. In cazul calculului în limitele conturului zero, aceste rezerve vor constitui rezerva totală a fâșiei dintre contururi. Aceasta se bazează pe presupunerea că zăcământul se efilează treptat, dela conturul interior spre conturul exterior. Cum rezultă din fig. 273, *a*, partea a_1 a fâșiei dintre contururi, a cărei rezervă se egalează condiționat cu zero, se compensează cu părțile suplimentare *a* și *b* ale conturului *ADEC*, ca o consecință a extinderii grosimii zăcământului dela conturul interior, până la linia medie a fâșiei dintre contururi.

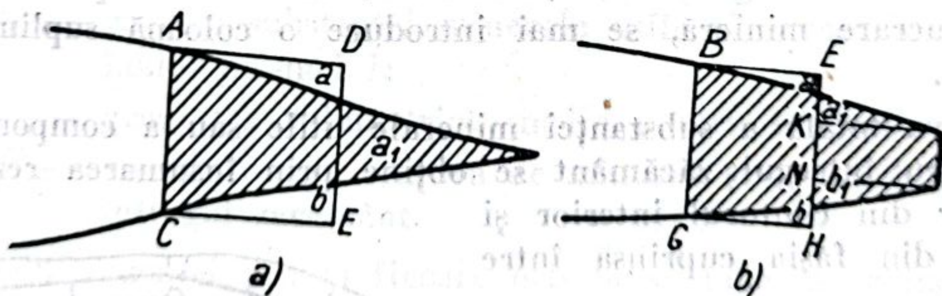


Fig. 273

In cazul când conturul exterior este reprezentat prin grosimea minimă industrială, rezerva părții de fâșie dintre contururi, adiacentă conturului interior, se calculează odată pentru întreaga sa suprafață, după grosimea medie industrială. Aceasta se bazează pe faptul, că părțile zăcământului (fig. 273, *b*) a_1 și b_1, care nu intră în calcul la determinarea figurii *KLMN*, se compensează, corespunzător, cu părțile egale cu acestea, *a* și *b* care intră în calcul, la determinarea rezervelor din conturul *BEHG*.

Principiul metodei suprafeţelor apropiate găseşte o aplicare largă la calculul rezervelor de zăcăminte aluvionare, explorate prin puţuri sau prin foraje.

Zăcămintele indicate se explorează prin lucrări miniere situate pe direcţii perpendiculare pe talvegurile văii, reprezentată printr'o linie curbă sau frântă; deaceea, direcţiile de explorare sunt amplasate sub un unghi oarecare, una faţă de alta.

La calculul rezervelor zăcămintelor aluvionare se folosesc diferite metode pentru separarea suprafeţelor apropiate. Cea mai simplă metodă este următoarea:

Intre direcţiile de explorare se duc bisectoarele unghiurilor sau ale liniilor de explorare, care unesc mijloacele segmentelor liniei de limită, cuprinse între fiecare pereche vecină a liniilor de explorare. Din mijlocul intervalelor dintre lucrările miniere de explorare, în limitele conturului industrial, se duc perpendiculare, până la intersecţia lor cu bisectoarele indicate mai sus. Se obţin astfel suprafeţele de influenţă a lucrărilor miniere. Aceste suprafeţe miniere, în părţile extreme, nu satisfac rigid, principiul geometric, care stă la baza metodei suprafeţelor apropiate, însă, practic, rezultatele obţinute sunt apropiate de calculele executate, prin menţinerea strictă a bazelor metodei. Conturul exterior se ia după valoarea industrială minimă a indicilor. Lângă aceste contururi se duc, deobicei, liniile medii *ab*, *cd*, etc. care împart în jumătate distanţele dintre lucrările miniere de explorare şi punctele conturului interior. In cazul acesta, rezervele poligoanelor formate de liniile medii şi de linia limită (de bord), se calculează după indicii celei din urmă.

La calculul rezervelor, ca şi la multe alte probleme, care se soluţionează după metodele geometrice, trebue să se ţină seamă în mod strict de condiţiile geologice naturale hotărîtoare. Pentru zăcămintele aluvionare, una dintre aceste condiţii este geomorfologia respectivă şi distribuţia metalului în diferite sectoare ale zăcământului.

Dacă talvegul văii actuale coincide sau este paralel cu talvegul văii vechi (fig. 274), care coincide cu direcţia fluxului aluviunii, separarea suprafeţelor, executată mai sus, după influenţa lucrărilor miniere de explorare, va corespunde geomorfologiei aluviunii.

Deseori, coincidenţa indicată a fluxului aluviunii cu axa văii actuale nu se observă, după cum rezultă, de exemplu, din fig. 275. In acest caz, aplicarea strictă a principiului geometric poate influenţa dăunător rezultatul calculului, din cauza unei necorespondenţe suficiente a principiului separării suprafeţelor apropiate, cu distribuţia reală a metalului în aluviune.

In asemenea cazuri, se recomandă să se folosească aşa numita metodă geomorfologică pentru construcţia suprafeţelor de influenţă a lucrărilor miniere (suprafaţa apropiată), care constă în următoarele:

Scanned with CamScanner

După construirea conturului interior al zăcământului aluvionar, după indicii minimi industriali, după fiecare direcţie de explorare, în interiorul conturului arătat se găseşte punctul fluxului aluviunii, care coincide cu maximum de conţinut. Totalitatea acestor puncte dă direcţia fluxului. In fig. 275, direcţia fluxului nu coincide cu axa văii actuale.

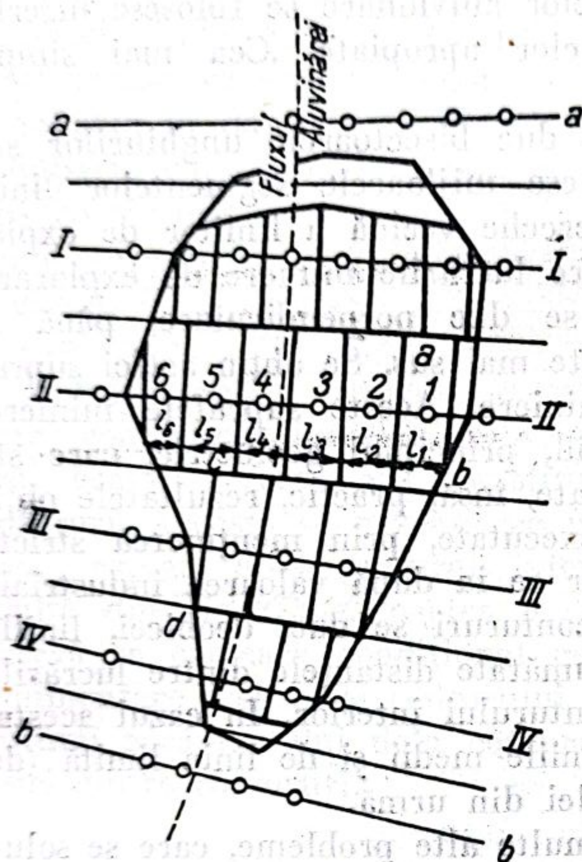


Fig. 274

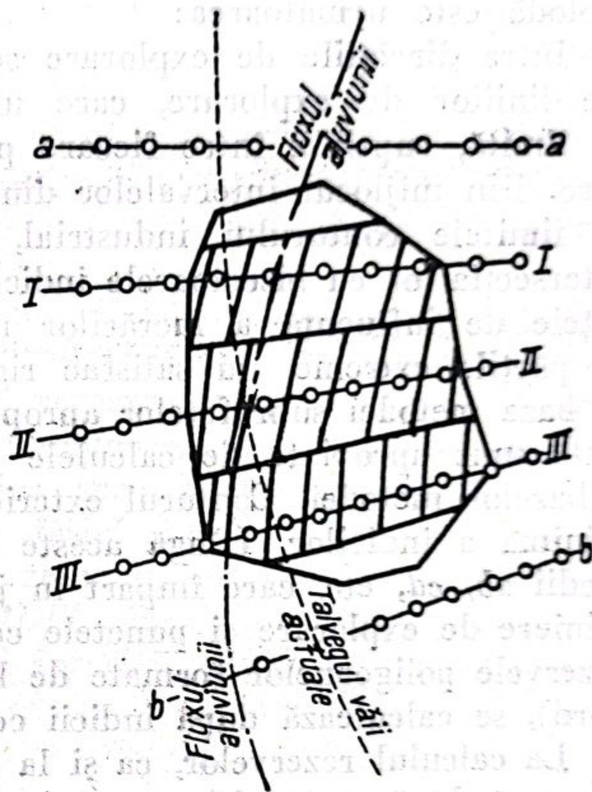


Fig. 275

Determinând direcţia fluxului, suprafeţele de influenţă a lucrărilor miniere se construesc în modul următor:

La mijlocul distanţei dintre două lucrări miniere vecine, se duc drepte paralele cu direcţia fluxului aluviunii în locul dat, până la intersecţia lor cu bisectoarele sau cu liniile construite anterior, care unesc mijloacele liniilor extreme ale blocului dat.

Principiul suprafeţei apropiate, aplicabil la aluviuni, poate fi modificat şi prin construirea suprafeţelor de influenţă, nu numai pe lângă fiecare lucrare minieră de explorare, ci şi pe lângă direcţiile de explorare, adică suprafaţa aluviunii se împarte în sectoare, care revin direcţiilor de explorare separate. La acestea, asupra suprafeţei de influenţă indicată, se extind indicii medii industriali ai direcţiei, obţinuţi analitic sau grafic, ca medie ponderată a grosimii şi intervalelor între lucrările miniere de explorare.

Scanned with CamScanner

In acest caz, suprafețele apropiate se construesc ducând linii între două direcții de explorare vecine, în limitele conturului industrial separat, care împarte în părți egale segmentele liniei limită a blocului dat.

Rezerva totală a zăcământului se obține prin adunarea rezervelor din toate suprafețele de influență separate.

In cazul necesității caracterizării valorii medii a indicilor pentru întregul zăcământ, a cărei rezerve sunt calculate după metoda suprafețelor apropiate, indicii arătați se calculează din expresiile:

$$m_{med} = \frac{V}{S}; \quad R_{med} = \frac{Q}{V}; \quad c_{med} = \frac{P}{Q} \cdot 100\%.$$

Metoda suprafețelor apropiate găsește o largă aplicare în calculul rezervelor zăcămintelor orizontale sau cu înclinare mică a lentilelor, cum și a zăcămintelor masive de minereuri fosforice, explorate dela suprafață, prin puțuri și sondaje.

Metoda suprafețelor apropiate are o serie de avantaje:

1. Ea permite împărțirea suprafeței după o singură metodă și astfel rezervele calculate au numai o singură valoare.

2. Rezervele diferitelor suprafețe apropiate de lucrările miniere, sunt caracterizate de indicii acestor lucrări, deci la separarea rezervelor industriale după diferiți indici, calculul lor se face ușor, prin însumarea rezervelor din prismele corespunzătoare;

3. Metoda este aplicabilă pentru o distribuție neuniformă a lucrărilor miniere și pentru variații însemnate ale grosimii, greutății volumetrice și conținutului.

Ca desavantaj se poate considera desenul încărcat cu construcțiile suprafețelor apropiate.

§ 5. METODA BLOCURILOR

Metoda blocurilor se aplică la calculul rezervelor de minereuri și al metalului, în zăcămintele filoniene; această metodă are cea mai largă aplicare la zăcămintele filoniene de minereuri aurifere.

Metoda constă în calculul rezervei, după blocuri separate, în care se împarte filonul, prin lucrările miniere de explorare și de pregătire. Rezerva totală a sectorului sau a zăcământului se obține din suma rezervelor blocurilor separate.

Se dă mai jos, ca exemplu, calculul rezervei blocului (fig. 276) unui filon de minereu aurifer.

La punctele *1, 2, 3 . . .* 27 se raportează probele. Lângă planul blocului sunt reprezentate secțiunile filonului după lucrări miniere, care delimitează blocul. Segmentele care unesc punctele din fiecare

lucrare minieră, de unde s'au luat probe sunt înşirate pe o singură linie dreaptă. Pentru fiecare punct s'a însemnat în secţiune, numărul punctului, grosimea filonului în metri, şi conţinutul metalului, în g/t de minereu.

Pentru determinarea rezervei metalului, cuprins în bloc, trebue să se găsească suprafaţa blocului, grosimea medie, greutatea volumetrică medie a minereului şi conţinutul mediu al metalului.

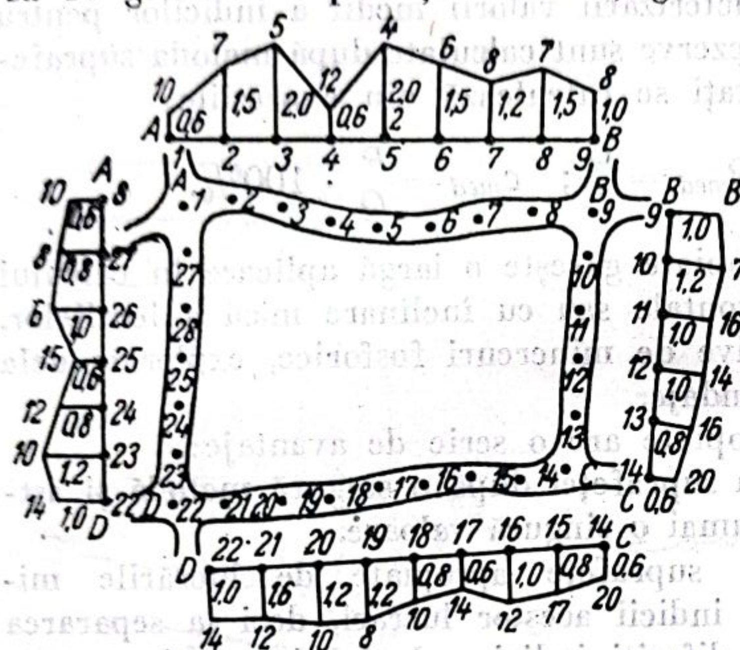


Fig. 276

Se calculează întâi grosimea medie, pentru fiecare secţiune a blocului. Intrucât distanţa dintre punctele de unde s'a luat proba este aproape aceeaşi, grosimile medii după anumite secţiuni se vor calcula ca medii aritmetice ale grosimiior după relaţia:

$$m_{med} = \frac{\sum_{0}^{n} m_n}{n}.$$

In acest caz pentru exemplul dat se obţine:

$$m_{med}\ (AB) = \frac{0{,}6+1{,}5+2{,}0+0{,}6+2{,}0+1{,}5+1{,}2+1{,}5+1{,}0}{9} = 1{,}32 \text{ m.}$$

$$m_{med}\ (BC) = \ldots\ldots\ldots\ldots = 0{,}93 \text{ m.}$$

$$m_{med}\ (CD) = \ldots\ldots\ldots\ldots = 0{,}98 \text{ m.}$$

$$m_{med}\ (DA) = \ldots\ldots\ldots\ldots = 0{,}86 \text{ m.}$$

Cunoscând grosimea medie pentru fiecare secţiune, se calculează grosimea medie a blocului, ca fiind media ponderată după lungimea lucrărilor miniere.

$$m_{med} = \frac{1{,}32\times 28+0{,}93\times 18+0{,}98\times 28+0{,}86\times 18}{28+18+28+18} = 1{,}05 \text{ m}$$

La fel, se determină conţinutul mediu, adică întâi se calculează conţinuturile medii pe secţiuni, iar apoi conţinutul mediu pentru bloc.

Scanned with CamScanner

Conţinutul mediu pentru fiecare secţiune se calculează ca fiind media ponderată după grosimile filonului

$$C_{med}(AB) = \frac{10\times0,6+7\times1,5+5\times2,0+12\times0,6+4\times2,0+6\times1,5+8\times12+7\times1,5+8\times1,0}{0,6+1,5+2,0+0,6+2,0+1,5+1,2+1,5+1,0} = 6,6\ g/t.$$

$C_{med}(BC) = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 12,7$ g/t.

$C_{med}(CD) = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 12,3$ g/t.

$C_{med}(DA) = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 10,5$ g/t.

Conţinutul mediu pentru bloc se determină cu media ponderată după suprafeţele secţiunilor.

Suprafaţa secţiunii $(AB) = 1,32\times28 = 37,0\ m^2$.
Suprafaţa secţiunii $(BC) = 0,93\times18 = 16,8\ m^2$.
Suprafaţa secţiunii $(CD) = 0,98\times28 = 37,5\ m^2$.
Suprafaţa secţiunii $(DA) = 0,86\times18 = 15,5\ m^2$.

$$C_{med}(ABCD) = \frac{6,6\times37,0+12,7\times16,8+12,3\times37,5+10,5\times15,5}{37+16,8+37,5+15,5} = 10,1\ g/t.$$

Suprafaţa blocului $S = 504\ m^2$.
Volumul blocului $V = 504\times1,05 = 530\ m^3$.
Greutatea minereului (pentru $R_{med} = 2,6$).

$$Q = 530\times2,6 = 1,380\ t.$$

Greutatea metalului în bloc $P = 1,380\times9,8 = 13,42$ kg

Metoda blocurilor se aplică deseori în calcule, care sunt legate de evidenţa mişcării rezervelor şi de planificarea producţiei, în întreprinderile miniere în exploatare.

§ 6. METODA SECŢIUNILOR VERTICALE

Există două metode pentru determinarea rezervelor după poziţia direcţiilor de explorare: metoda secţiunilor verticale paralele şi metoda secţiunilor verticale neparalele.

a) Metoda secţiunilor verticale paralele

Dacă lucrările miniere cu deschidere sunt situate în plane verticale şi paralele între ele, calculul rezervelor se face după metoda secţiunilor verticale paralele.

Metoda se bazează pe faptul, că se calculează în prealabil rezerva în secţiunea zăcământului, în fâşie, a cărei grosime se ia de

1 m, şi apoi se determină rezerva cuprinsă între două secţiuni ale zăcământului, ca fiind produsul semisumei rezervelor din secţiuni, prin distanţa dintre lucrările miniere. Rezerva totală se obţine prin adunarea rezervelor dintre secţiuni. Aşa dar, se calculează întâi rezervele după secţiuni, apoi se face calculul definitiv după sectoare între secţiuni şi pe întregul zăcământ.

Se introduc notaţiile:

m_i — grosimea după lucrarea minieră;
R_i — greutatea volumetrică după lucrarea minieră;
c_i — conţinutul după lucrarea minieră (în unităţi de greutate sau în procente);
n — numărul lucrărilor miniere în secţiune;
q_i — rezerva liniară (m_iR_i) a substanţei minerale utile, după lucrarea minieră;
P_i — rezerva liniară $(m_iR_ic_i=q_ic_i)$ a metalului după lucrarea minieră;
l_i — distanţa dintre lucrările miniere i şi $i+1$;
R_j — greutatea volumetică medie după secţiune;
c_j — conţinutul mediu al metalului după secţiune (în unităţi de greutate sau în procente);
S_j — suprafaţa secţiunii;
L_j — distanţa dintre secţiuni;
Q_j — rezerva de suprafaţă a substanţei minerale utile după secţiune;
P_j — rezerva de suprafaţă a metalului după secţiune;
Q şi P — rezerva totală a substanţei minerale utile şi a metalului pe întregul zăcământ.

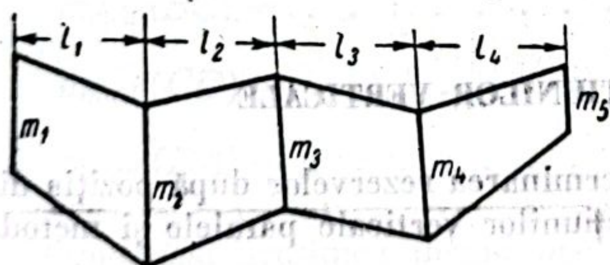


Fig. 277

Fie în fig. 277 dată secţiunea zăcământului după lucrările miniere. Suprafaţa secţiunii este egală cu suma suprafeţelor trapezelor.

Suprafaţa fiecărui trapez este:

$$\frac{m_i+m_{i+1}}{2}\cdot l_i. \quad (8.26)$$

Rezerva de suprafaţă a substanţei minerale utile pentru un trapez va fi:

$$\frac{m_iR_i+m_{i+1}\cdot R_{i+1}}{2}\cdot l_i=\frac{q_i+q_{i+1}}{2}\cdot l_i. \quad (8.27)$$

Idem, rezerva metalului:

$$\frac{q_ic_i+q_{i+1}\cdot c_{i+1}}{2}\cdot l_i. \quad (8.28)$$

Scanned with CamScanner

Suprafaţa şi rezervele după fiecare secţiune se determină ca fiind sumele valorilor lor, după trapeze.

Suprafaţa S_j, se găseşte din expresia:

$$S_j = \sum \frac{m_i + m_{i+1}}{2} \cdot l_i. \quad (8.29)$$

Rezerva substanţei minerale utile se calculează cu formula:

$$Q_j = \sum \frac{q_i + q_{i+1}}{2} \cdot l_i. \quad (8.30)$$

Rezerva metalului:

$$P_j = \sum \frac{P_i + P_{i+1}}{2} \cdot l_i. \quad (8.31)$$

Formulele iau o formă mai simplă, dacă greutatea volumetrică pentru întreaga secţiune se ia R_j

Fie în fig. 278 *I—I, II—II, III—III,* etc., direcţiile de explorare în plan orizontal.

Volumul corpului cuprins între două direcţii vecine este egal cu produsul semisumei suprafeţelor secţiunilor după direcţii prin distanţa dintre ele:

$$\frac{S_j + S_{j+1}}{2} \cdot L_j. \quad (8.32)$$

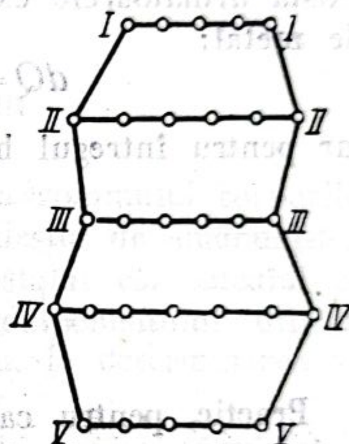


Fig. 278

Formula dă rezultate apropiate şi este justificată prin simplicitatea calculului. La variaţii însemnate ale suprafeţelor, volumul trebue să se calculeze cu ajutorul formulei trunchiului de piramidă.

Rezerva substanţei minerale utile cuprinsă între două secţiuni vecine (direcţii de explorare) se află din expresia:

$$\frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \cdot L_j. \quad (8.33)$$

Idem, rezerva metalului

$$\frac{P_j + P_{j+1}}{2} \cdot L_j. \quad (8.34)$$

Rezerva totală a zăcământului se obţine prin însumarea rezervelor parţiale.

Metoda secţiunilor verticale paralele se caracterizează prin simplicitatea calculului şi prin rezultatul unic. Această metodă mai are cali-

tatea că, la construirea secțiunilor corpului de minereu după direcție și a curbelor de conținut, se obține o imagine clară a variației de grosimi și de conținut a substanței minerale utile, în lungul acestor direcții.

b) Metoda secțiunilor verticale neparalele

Calculul rezervelor în unități volumetrice, prin metoda secțiunilor verticale neparalele, s'a tratat în capitolul precedent.

Rămâne să se determine în general, rezerva minereului (Q) și rezerva componentului util (P), din blocul cuprins între două planuri verticale, care se intersectează.

Prin analogie, pentru volumul părților infinit mici din bloc, există următoarele expresii, care determină rezervele de minereu și de metal:

$$dQ = RS\rho\, d\Theta \quad \text{și} \quad dP = cS\rho\, d\Theta,$$

iar pentru întregul bloc:

$$Q = \int_0^\beta RS\rho\, d\Theta. \tag{8.35}$$

$$P = \int_0^\beta cS\rho\, d\Theta. \tag{8.36}$$

Practic, pentru calculul rezervei în bloc în unități de greutate, trebue să se cunoască valoarea medie a greutății volumetrice și conținutul metalului. Acestea se obțin din expresiile:

$$R_0 = \frac{Q}{V} = \frac{\int_0^\beta RS\rho d\Theta}{\int_0^\beta S\rho d\Theta}, \tag{8.37}$$

$$c_0 = \frac{\int_0^\beta cS\rho d\Theta}{\int_0^\beta S\rho d\Theta}, \tag{8.38}$$

Inlocuind mărimile R, c, S și ρ cu valorile lor și făcând integrarea, se vor obține expresiile definitive pentru determinarea valorilor R_0 și c_0

$$R_0 = \frac{R_1 + R_2}{2} + \frac{V_2 - V_1}{12V}(R_2 - R_1), \tag{8.39}$$

$$c_0 = \frac{c_1 + c_2}{2} + \frac{V_2 - V_1}{21V}(c_2 - c_1), \tag{8.40}$$

în care $V_1 = \beta S_1 \rho_1$; $V_2 = \beta S_2 \rho_2$, iar V este volumul blocului cuprins între două secţiuni vecine, care se determină cu ajutorul formulelor (7.33) sau (7.34). Rezultă că valoarea medie a greutăţii volumetrice şi a conţinutului în bloc, sunt egale cu mediile aritmetice ale valorilor corespunzătoare după secţiune, plus o corecţie oarecare. Corecţia este cu atât mai mică, cu cât sunt mai mici diferenţele $(R_2 - R_1)$ şi $(c_2 - c_1)$ şi este egală cu zero, când termenii din paranteză sunt egali.

Practic, pentru R_0 nu se introduce nicio corecţie, deoarece diferenţa dintre R_2 şi R_1 este foarte mică. Valoarea conţinutului (c_0) pentru întregul bloc se calculează cu ajutorul formulei (8.40). Folosind R_0, c_0 şi V se calculează rezerva în unităţi de greutate, pentru întregul bloc.

Rezerva totală a zăcământului se obţine prin însumarea rezervelor blocurilor.

§ 7. METODA ISOLINIILOR

Metoda isoliniilor, aplicabilă la determinarea volumului corpurilor de minereu de formă complexă a fost tratată destul de amănunţit în capitolul precedent. Afară de aceasta, s'a constatat că, calculul rezervelor substanţei minerale utile sau al componentului util în unităţi de greutate, poate fi redus, deasemenea, la determinarea volumului.

Deaceea, după cum a arătat prof. Sobolevski, nu există nicio diferenţă între calculul rezervei substanţei minerale utile cu conţinut constant şi calculul substanţei minerale utile cu conţinut variabil, deoarece corpul de minereu cu conţinut variabil, se transformă uşor într'un corp convenţional (lingou de metal) cu conţinut constant.

La calculul rezervei substanţei minerale utile în unităţi de volum, prin metoda isoliniilor, problema se reduce la determinarea volumului zăcământului, după planul de structură al zăcământului şi mai des, după planul zăcământului, reprezentat prin isogrosimi.

Pentru determinarea rezervei substanţei minerale utile sau a componentului util, cu ajutorul metodei isoliniilor, în unităţi de greutate, trebue să se construiască un corp convenţional, al cărui volum să exprime rezerva în unităţi de greutate. In acest caz, corpul convenţional se construeşte cu linii de valori egale ale rezervei liniare de substanţă sau ale componentului util (metal). După primul sistem de isolinii, se determină rezerva de minereu în unităţi de greutate, iar după al doilea sistem, se determină în mod analog, rezerva de metal.

Rezerva liniară a substanţei minerale utile, într'un punct dat, se obţine înmulţind greutatea volumetrică cu grosimea sa în acest punct (lucrare minieră) şi reprezintă rezerva prismei, care are înălţi-

mea egală cu grosimea corpului de minereu şi suprafaţa bazei, egală cu unitatea.

Rezerva liniară a metalului într'un punct dat se obţine deasemenea, înmulţind rezerva liniară a substanţei minerale utile cu conţinutul metalului în acest punct şi reprezintă rezerva prismei, care are înălţimea egală cu grosimea lingoului de metal şi suprafaţa bazei egală cu unitatea.

Corpul convenţional, reprezentat în plan prin linii de valori egale ale rezervei liniare de substanţă minerală utilă sau de metal, reprezintă, din punct de vedere geometric, o analogie deplină cu zăcământul, reprezentat în plan prin isogrosimi. Deaceea, metodele de determinare a volumelor zăcămintelor, expuse mai sus, sunt valabile în întregime pentru determinarea volumelor corpurilor convenţionale, care exprimă rezerva în unităţi de greutate.

Metoda isoliniilor se foloseşte nu numai la calculul rezervelor, ci şi la caracterizarea formei zăcământului şi a calităţii substanţei minerale utile. Nu este necesar să se enumere avantajele acestei metode.

Printre desavantajele metodei isoliniilor, din punctul de vedere al calculului rezervelor, trebue să se menţioneze următoarele:

1. necesitatea de a construi graficele isoliniilor rezervei liniare şi complexitatea calculelor faţă de alte metode;
2. subiectivitatea în construirea liniilor;
3. construcţia la întâmplare a isoliniilor pe cale de interpolare şi extrapolare, în locurile cu date insuficiente.

§ 8. ERORILE COMISE LA CALCULUL REZERVELOR

Erorile fundamentale, care compun eroarea generală la calculul rezervelor, sunt: 1. erori tehnice; 2. eroarea de analogie şi 3. eroarea de conturare.

Erorile tehnice provin dela determinarea neprecisă a valorilor numerice ale indicilor (grosimea, greutatea volumetrică, conţinutul componenţilor) în diferite puncte ale zăcământului.

Mărimile acestor erori depind nu numai de factorii tehnici, legaţi de determinarea indicilor, ci şi de o serie de factori naturali (condiţiile de zăcământ, proprietăţile fizico-chimice ale substanţei minerale utile, etc.).

Dacă se cunoaşte caracterul (sensul) şi mărimea erorilor diferitelor determinări, este uşor să se aprecieze influenţa lor asupra rezultatului final de calcul al rezervelor sau al valorilor medii ale indicilor, folosind formule cunoscute de erori, în funcţie de mărimile determinate.

Scanned with CamScanner

Erorile tehnice sunt:

1. erori comise la măsurarea grosimii zăcământului;

2. erori comise la determinarea greutății volumetrice;

3. erori comise la determinarea conținutului componentului util;

4. erori comise la determinarea suprafeței de extindere a zăcământului.

Erorile enumerate pot fi, ca și oricare erori, accidentale sau sistematice.

Erorile accidentale ca și erorile sistematice, sunt scoase în evidență prin determinări de control și eliminate prin introducerea coeficienților de corecție și prin măsurători de control. In cele ce urmează, se va ține seamă de erorile accidentale inevitabile.

Erorile tehnice nu depind de variațiile zăcământului; deaceea metoda aprecierii influenței lor asupra rezultatului final rămâne aceeași, independent de forma rețelei și de desimea punctelor de explorare.

Apariția și valorile erorilor, în expresie relativă, observate în practică depind de mai mulți factori de bază.

Precizia măsurării grosimii depinde, mai ales, de următorii factori:

1. de felul lucrărilor de explorare;

2. de caracterul contactului zăcământului cu rocele înconjurătoare;

3. de duritatea și omogenitatea substanței minerale utile;

4. de grosimea zăcământului.

In lucrările miniere, precizia măsurării grosimii este mai mare decât la sondaje. La deschiderile făcute în zăcământ, unde grosimea se poate măsura direct, prin contact liniar și distinct, eroarea este de 2—3%, pe când la foraj, în condiții bune de carotaj, eroarea de măsurare variază în limitele de 5—10%. In condiții nefavorabile, eroarea comisă la măsurarea grosimii poate atinge 30% și mai mult. Forajul rotativ dă, în această privință, rezultate mai bune, decât forajul percutant.

La contactul nedistinct al zăcământului cu rocele înconjurătoare, fixat prin eșantionare, precizia măsurării grosimii, chiar în lucrările miniere, este redusă.

Eroarea relativă de măsurare a grosimii zăcământului depinde de mărimea acestei grosimi. De exemplu, filoanele cu grosimea de 0,40 m și 1,20 m, pentru precizia de măsurare cerută de 1 cm, vor da în primul caz o eroare relativă de 2,5% și în al doilea caz, o eroare de 0,81%.

Precizia determinării greutăţii volumetrice a substanţei minerale utile depinde de caracterul substanţei, de metoda de determinare şi de numărul determinărilor. La determinarea greutăţii volumetrice prin metoda escavării de probă, eroarea relativă atinge 3—5%.

Metodele hidrostatice de determinare a greutăţii volumetrice *R* dau o eroare mai mică, însă la un număr insuficient de determinări, ele sunt mai puţin reprezentative decât cântărirea probelor obţinute, prin metoda escavării de probă. Desavantajul principal îl prezintă determinările greutăţilor volumetrice, inadmisibil de rare, iar deseori şi acceptarea acestor greutăţi, după analogia cu zăcămintele asemănătoare.

Conţinuturile componenţilor în minereu se determină cu erori mai mari. Aceste erori sunt:

a) erorile comise la eşantionare;
b) erorile comise la prelucrarea probelor;
c) erorile comise la analiza chimică.

Eroarea analizei chimice este cea mai importantă. Ea poate varia în funcţie de natura zăcământului şi de conţinutul componentului util, în limite relativ mari, dela 0,25 la 10—25%. Limita inferioară este caracteristică pentru analizele minereurilor de fier, cu un conţinut mare al componentului util, iar limita superioară, pentru minereurile complexe şi pentru cele cu metale rare.

Erorile determinărilor grafice depind de:

a) precizia ridicării;
b) precizia de construcţie a planului;
c) precizia măsurării pe plan a mărimilor necesare.

Pentru cazul când ridicarea, prelucrarea, scara şi măsurările pe plan sunt executate cu precizia cerută, eroarea construcţiilor grafice, faţă de celelalte erori de calcul al rezervelor, este neînsemnată şi, practic, poate fi neglijată în calcul.

La calculul rezervelor după metodele existente, trebue făcută înmulţirea mărimilor care intră în formulele de calcul şi adunarea rezervelor diferitelor părţi de zăcământ. Deaceea, eroarea totală de calcul se va calcula deci, ca fiind eroarea produsului şi a sumei, după formulele generale cunoscute din teoria erorilor.

Erorile de analogie, după originea lor, se datoresc faptului, că valoarea medie a indicilor se determină deobicei după un număr limitat de măsurări.

La calculul rezervelor cu alte metode, decât cu metoda cifrelor comune, erorile de analogie sunt o consecinţă a înlocuirii formei zăcământului cu o formă oarecare, convenţională.

Aprecierea valorii numerice a erorilor de analogie este o problemă mai grea, decât aprecierea eroilor tehnice.

In capitolul 5, la analiza suprafeţei topografice ascunse, s'au studiat erorile de analogie la determinarea indicilor liniari şi volumetrici. Concluziile obţinute pot fi aplicate, cu justificare complectă. la problemele analizate aici.

La calculul rezervelor cu ajutorul metodei cifrelor comune, în limitele conturului zero, cum s'a indicat mai sus, se aplică formulele:

$$V = l^2 \sum m, \tag{8.41}$$

$$Q = l^2 \sum q, \tag{8.42}$$

$$P = l^2 \sum p. \tag{8.43}$$

In acest caz, nu trebue să se construiască conturul zero. Deaceea, eroarea comisă la calculul rezervei, nu conţine eroarea de conturare, ci este o eroare de analogie.

Deoarece, practic, l este determinat fără eroare. eroarea de analogie va fi egală cu abaterea stabilită mai sus, a sumei indicilor liniari, dela valoarea ei reală, adică:

$$M(\Lambda)_r = M(\Sigma\lambda)_r\,; \tag{8.44}$$

$$M(\Lambda)_l = M(\Sigma\lambda)_l. \tag{8.45}$$

In această formulă,

$M(\Lambda)_r$, $M(\Lambda)_l$ este eroarea relativă reală şi limită la determinarea indicelui de volum, unde, în loc de Λ, pot fi luaţi V, Q şi P.

$M(\Sigma\lambda)_r$, $M(\Sigma\lambda)_l$ sunt abaterile reale relative şi de limită a sumelor indicilor liniari, faţă de valorile lor reale, unde, în loc de Λ, se poate lua m, g, p.

Calculul rezervelor după alte metode este legat de construcţia conturului zero; deaceea. rezervele calculate conţin simultan eroarea de analogie şi eroarea de conturare. Prin urmare, aici este vorba de aprecierea erorii generale, care poate fi caracterizată cu ajutorul erorii posibile, de limită, de analogie şi de conturare.

In acest caz, metoda cifrelor comune poate servi drep criteriul pentru compararea rezultatelor obţinute, după alte metode de calcul, deci se poate exprima eroarea celei din urmă, prin eroarea metodei cifrelor comune.

Aici trebue să se ţină seamă de cazul cel mai defavorabil şi anume, când centrarea reţelei lucrărilor de explorare corespunde minimului funcţiilor:

$$\sum m = f_1(x,y)\,; \quad \sum q = f_2(x,y)\,; \quad \sum p = f_3(x,y).$$

In acest caz, pentru obţinerea valorii numerice a erorii posibile de limită. de analogie şi de conturare, trebue să adune aritmetic. eroarea de limită a metodei cifrelor comune, cu valoarea relativă a diferenţei dintre rezultatele obţinute prin metodele cifrelor comune şi alte metode. Deci, semnul erorii posibile de limită va fi semnul. pe care în are diferenţa arătată mai sus.

Expresia generală a erorii posibile, de limită. de conturare şi de analogie: $M(\Lambda_{AO})_{pl}$ la calculul rezervei printr'o metodă oarecare, în limitele conturului zero al zăcământului, se va prezenta sub forma:

$$M(\Lambda_{AO})_{pl} = \pm M(\Lambda)_l + \frac{\Lambda_r - l^2 \Sigma\lambda}{\Lambda_{real}}. \tag{8.46}$$

Scanned with CamScanner

In raport cu rezultatele obținute prin metoda de calcul a cifrelor comune, expresia erorii se poate reprezenta sub forma:

$$M(\Lambda_{AO})_{pl} = \pm M(\Lambda)_l + \left(\frac{\Lambda_r}{l^2 \sum \lambda} - 1\right), \qquad (8.47)$$

sau

$$M(\Lambda_{AO})_{pl} = \pm M(\sum \lambda)_l + \left(\frac{\Lambda_r}{l^2 \sum \lambda} - 1\right). \qquad (8.48)$$

Pentru orice rețea de explorare ,afară de rețeaua pătrată l^2 se înlocuește cu suprafața acestei rețele.

Abaterile limită ale sumelor $M(\sum \lambda)_{lim}$ dela valorile lor reale, se determină, pentru rețelele pătrate, după tabela fig 219. în funcție de gradul la care a fost cercetat R și indicele liniar λ. Λ_r este rezerva calculată după datele de explorare, cu una dintre metode.

Metoda de apreciere analizată poate fi aplicată, deasemenea, la calculul rezervelor din conturul interior al zăcământului și la determinarea valorii medii a indicelui.

In cazul aprecierii erorii comise la calculul rezervei din conturul interior, trebue să se țină seamă, că eroarea de conturare este eliminată și rămâne numai eroarea de analogie, adică expresia erorii posibile limită $M(\Lambda'_A)_p$ poate fi prezentată sub forma:

$$M(\Lambda'_A)_{pl} = \pm M(\sum \lambda)_l + \left(\frac{\Lambda'_r}{\Lambda'} - 1\right), \qquad (8.49)$$

unde Λ'_r — rezerva calculată în limitele conturului interior, cu una dintre metodele cunoscute;

Λ' — rezerva din același contur, calculată cu metoda suprafețelor apropiate.

Metoda suprafețelor apropiate dă rezultate mai precise și prin concepția sa corespunde mai mult metodei cifrelor comune și din această cauză. se folosește ca etalon.

Din cele expuse rezultă următoarele concluzii:

a) pentru a pune în evidență influența erorilor tehnice, se pot folosi, în toate cazurile, formulele generale cunoscute din teoria erorilor, care determină eroarea funcției, în raport cu erorile comise la măsurarea mărimilor;

b) posibilitatea de apreciere a erorilor de analogie la calculul rezervelor apare în prezența unei rețele regulate de explorare, de desime suficientă și la un număr suficient de puncte de explorare;

c) folosirea formulelor din statistica matematică este limitată de o serie de factori: natura variațiilor indicilor zăcământului, forma rețelei de explorare și caracterul metodei de calcul aplicate. Se vede că aceste formule pot fi aplicate la un anumit caracter de variație a zăcământului, la distribuirea uniformă a punctelor de explorare și la calculul rezervelor prin metode care folosesc valorile medii ale indicilor obținuți, dintr'un număr mare de date;

Scanned with CamScanner

d) aprecierea calculului rezervelor, după mărimea erorii, este posibilă numai la calculul rezervelor de categorii superioare;

e) precizia datelor de plecare intră în calcul, adică precizia calculului rezervelor, este de aşa natură, încât permite executarea calculului cu patru cifre indicatoare, adăugând a patra cifră până la întregire.

In rezultatul definitiv al calculului se lasă numai trei cifre indicatoare, iar restul se înlocueşte cu zero.

Scanned with CamScanner

PARTEA A CINCIA

EVIDENȚA MIȘCĂRII REZERVELOR ȘI A PIERDERILOR. CONTROLUL TOPOGRAFIC MINIER AL PRODUCȚIEI

CAPITOLUL IX

EVIDENȚA MIȘCĂRII REZERVELOR ȘI A PIERDERILOR

§ 1. PRINCIPII GENERALE

Evidenţa mişcării rezervelor şi a pierderilor de substanţă minerală utilă din subteran are ca scop:

a) evidenţa sistematică a existenţei rezervelor şi caracteristica lor, în funcţie de gradul de explorare, a utilităţii lor în ceeace priveşte folosirea şi a posibilităţii de extragere a lor;

b) stabilirea variaţiei rezervelor, rezultată în urma extragerii şi a pierderilor;

c) stabilirea pierderilor de substanţă minerală utilă în subteran.

Rezervele substanţei minerale utile se împart, după gradul de utilizare industrială, în rezerve geologice, rezerve exploatabile şi rezerve industriale.

Rezerve geologice se numesc toate rezervele zăcământului puse în evidenţă prin lucrările de explorare a câmpului minier sau a unui sector separat, independent de condiţiile de înclinare şi de direcţie, cum şi de calitatea substanţei minerale utile. Rezervele geologice se compun din rezervele exploatabile şi neexploatabile şi se împart, după cum s'a văzut în capitolul 7, în categorii, potrivit schemei în vigoare a clasificării geologice.

Rezervele exploatabile sunt acele rezerve geologice, care satisfac, după indicii calitativi şi tehnico-economici, cerinţele folosirii lor în industrie şi sunt rentabile prin exploatare. In rezerve exploatabile intră, deobicei, categoriile *A* şi *B*, omologate de BK3 sau de TK3

[1] BK3 — Comisia Unională a rezervelor.
[2] TK3 — Comisia Raională a rezervelor.

Rezervele din categoria C intră în rezervele exploatabile numai atunci când sunt admise de Comisia rezervelor. Rezervele geologice care nu intră în rezervele exploatabile se numesc rezerve neexploatabile.

Mai jos, se analizează problemele evidenței de bază, adică evidența rezervelor exploatabile, în cadrul limitelor tehnice ale minei. Acestea sunt rezervele exploatabile ale minei.

Evidența rezervelor este ținută de către serviciul topografic minier și geologic al minei, din momentul intrării minei în exploatare.

Rezervele geologice și exploatabile se pun în evidență în limitele întregului zăcământ de către serviciul geologic a organelor superioare.

Rezerve industriale se numesc acele rezerve exploatabile, care sunt destinate extracției. Cantitatea rezervelor industriale, din conturul câmpului minier sau al sectorului, se obține prin scăderea pierderilor planificate din rezervele exploatabile, sau proiectate.

Pierderile proiectate sunt acele părți din substanța minerală utilă, care sunt destinate să fie lăsate în subteran, la exploatarea sectoarelor separate ale câmpului minier.

Pierderile proiectate sunt:

a) pierderile în stâlpi de siguranță (subconstrucții, bazine de apă, lucrări miniere, la limitele sectoarelor cu focuri subterane, la limitele exploatărilor vechi, etc.); lăsarea acestora este justificată din punct de vedere tehnic și economic, iar extracția lor este imposibilă;

b) pierderi provocate de condițiile geologice și hidrogeologice neprielnice (deranjamente tectonice, sectoare puternic acvifere, sectoare cu acoperiș nestabil, etc.);

c) pierderi inevitabile de exploatare, în limitele normelor stabilite pentru metodele de exploatare aplicate și aprobate de Ministerul de resort.

Pierderile în stâlpi de siguranță sub diverse construcții, cum și în stâlpii de siguranță de protecție la limitele câmpurilor miniere, se calculează după planurile topografice miniere, în care se trasează limitele stâlpilor de siguranță.

Pierderile proiectate, în stâlpi de siguranță lăsați pentru protecția lucrărilor miniere, se calculează plecând dela lungimea lucrărilor miniere și dela lățimea stâlpilor de siguranță, prevăzuți în proiectul de exploatare.

Pierderile din cauza condițiilor geologice și hidrogeologice grele se calculează din planuri (dacă s'a putut prevedea, anterior, lăsarea lor sub formă de stâlpi de siguranță cu limite mai mult sau mai puțin determinate) sau se iau într'un procent anumit (din experiența anilor precedenți) din rezervele exploatabile, micșorate, cu valoarea pierderilor presupuse în stâlpii de siguranță și protecție.

Scanned with CamScanner

Cifrele pierderilor de exploatare proiectate se iau sub forma unui anumit procent (după normative) din rezervele exploatabile, micşorate cu valoarea pierderilor proiectate în stâlpii de siguranţă şi a celor provenite în urma condiţiilor nefavorabile geologice şi hidrogeologice.

Calculul pierderilor proiectate şi al rezervelor industriale se face după următoarea schemă (tabela 26).

Tabela 26

Schema calculului pierderilor proiectate şi al rezervelor industriale

Rezervele exploatabile, în mii tone	Pierderi proiectate		Rezervele micşorate cu mărimea pierderilor (2 + 3), în mii tone	Pierderi proiectate în timpul exploatării		Rezerve industriale, în mii tone
	în stâlpii de siguranţă, în mii tone	din cauza condiţiilor geologice şi hidrologice, în mii tone		%	mii tone	
1	2	3	4	5	6	7
2 200	100	50	2 050	10	205	1 845

La aplicarea mai multor metode diferite de exploatare, mărimea pierderilor de exploatare proiectate se calculează prin media ponderată, ţinând seamă de volumul escavării prin fiecare metodă, cum şi de producţia totală a minei.

§ 2. CLASIFICAREA REZERVELOR INDUSTRIALE DUPĂ GRADUL LOR DE PREGĂTIRE PENTRU EXPLOATARE

După gradul de pregătire pentru exploatare, determinat de caracterul lucrărilor miniere principale şi de pregătire executate, din rezervele industriale, se pun în evidenţă rezervele deschise, iar din cele din urmă, rezervele pregătite.

Rezerve deschise se numesc acele rezerve, în care lucrările miniere principale terminate, asigură posibilitatea executării lucrărilor miniere principale de pregătire. conform proiectului de exploatare, a câmpului minier.

La minele carbonifere, rezervele pregătite se numesc acele rezerve deschise, care sunt tăiate de lucrările miniere principale de pregătire şi pentru pregătirea cărora este necesară numai executarea lucrărilor miniere de separare, în frontul de abataj.

Pentru condiţiile exploatărilor subterane (zăcăminte carbonifere), rezervele pregătite se compun din suma rezervelor: a) din stâlpii

de siguranță, lăsați provizoriu, b) închise provizoriu, c) inundate provizoriu, d) în incendiu, e) pregătite pentru exploatare, f) gata pentru tăiere.

Rezervele care intră în stâlpii de siguranță lăsați provizoriu sunt: rezervele din stâlpii de siguranță provizorii care servesc pentru susținerea lucrărilor miniere și rezervele pregătite, a căror exploatare este, pentru un timp dat, imposibilă, din cauza pregătirii stratelor superioare.

Rezervele provizorii închise sunt rezervele la care accesul este, temporar, imposibil, din cauza surpărilor sau a stării proaste a lucrărilor miniere.

Rezervele inundate temporar sunt acele rezerve, la care accesul este temporar imposibil, din cauza inundării lucrărilor miniere.

Rezervele care se găsesc în incendiu sunt acele rezerve pregătite, la care accesul este oprit cu diguri de incendiu (dintre acestea fac parte și rezervele în stâlpii, care delimitează sectorul de incendiu).

Se consideră pregătite pentru exploatare acele rezerve, care pot fi escavate după executarea lucrărilor miniere de secționare. Dintre acestea fac parte lucrările miniere, care se execută pentru pregătirea abatajelor.

UNIVERSITATEA DE IAȘI
LABORATORUL
DE
MINERALOGIE și PETROGRA

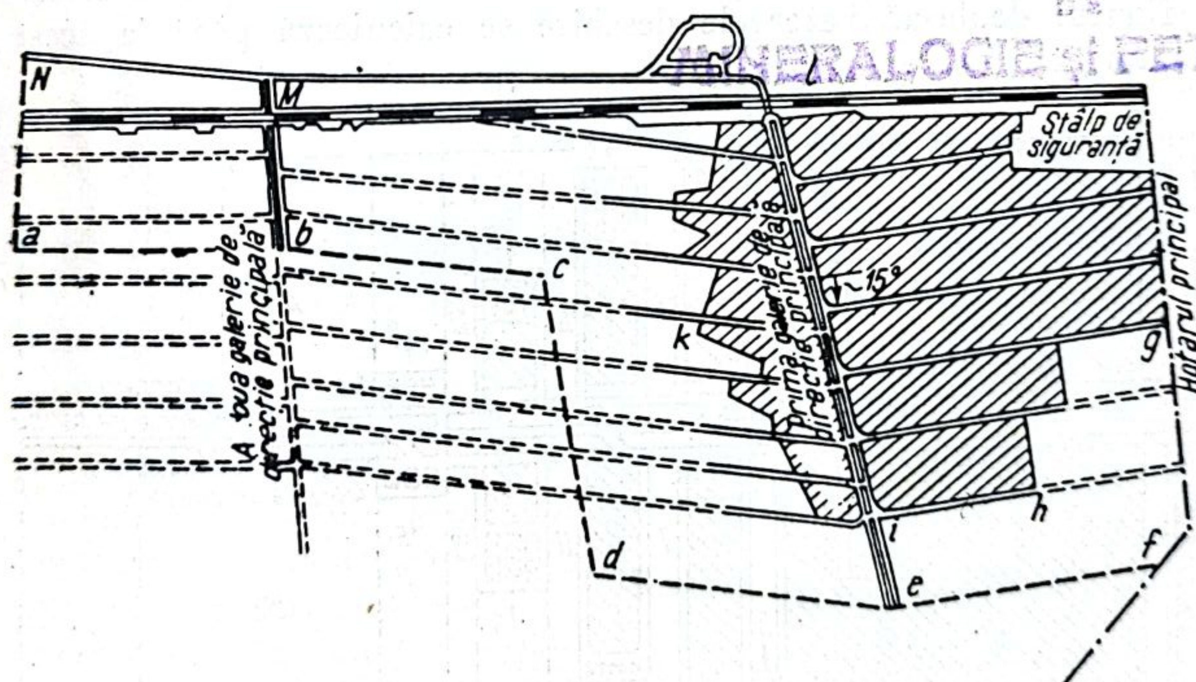


Fig. 279

Rezervele pregătite pentru tăiere, sunt acele rezerve, în care s'au executat complect toate lucrările miniere cerute de metoda de exploatare aleasă. Aceste lucrări miniere sunt: a) pentru transportul substanței minerale utile și a materialelor de susțineri și rambleiere; b) pentru aeraj; c) de salvare.

Scanned with CamScanner

La aceste rezerve, tăierea substanței minerale utile în abataje poate fi începută în orice moment.

Diversitatea condițiilor de exploatare condiționează mulțimea de cazuri de evidență a diverselor tipuri de rezerve industriale. Clasificarea rezervelor industriale, aplicabilă la diverse tipuri de zăcăminte, și condițiile de exploatare a lor, constitue obiectul instrucțiunilor și al îndrumărilor corespunzătoare și din această cauză nu se tratează în această lucrare.

Pentru ilustrare, se dă un singur exemplu de clasificare a rezervelor, aplicabil la condițiile de exploatare subterană a unui strat de șisturi bituminoase, cu înclinare aproape orizontală.

Fig. 279 reprezintă separarea rezervelor deschise în sectoarele câmpului minier prin galeriile I și II, în direcțiile principale.

Partea exploatată a câmpului minier este hașurată, iar conturul *abcdefghiklmn* reprezintă suprafața rezervelor deschise. După cum rezultă din figura arătată, aceste rezerve sunt delimitate: la dreapta de zona limitei tehnice *eg*, de conturul sectorului exploatat *ghikl*, de liniile paralele cu galeriile care trec prin abatajele *I* și *II*, de galeriile care trec în direcțiile principale *abcdef* și de limitele sectoarelor *cd*, *ar*. In cazul când în sectorul minei există un deranjament tectonic, care necesită executarea unei transversale sau a unei suitoare spre flancul deplasat, rezervele deschise se calculează până la acest deranjament.

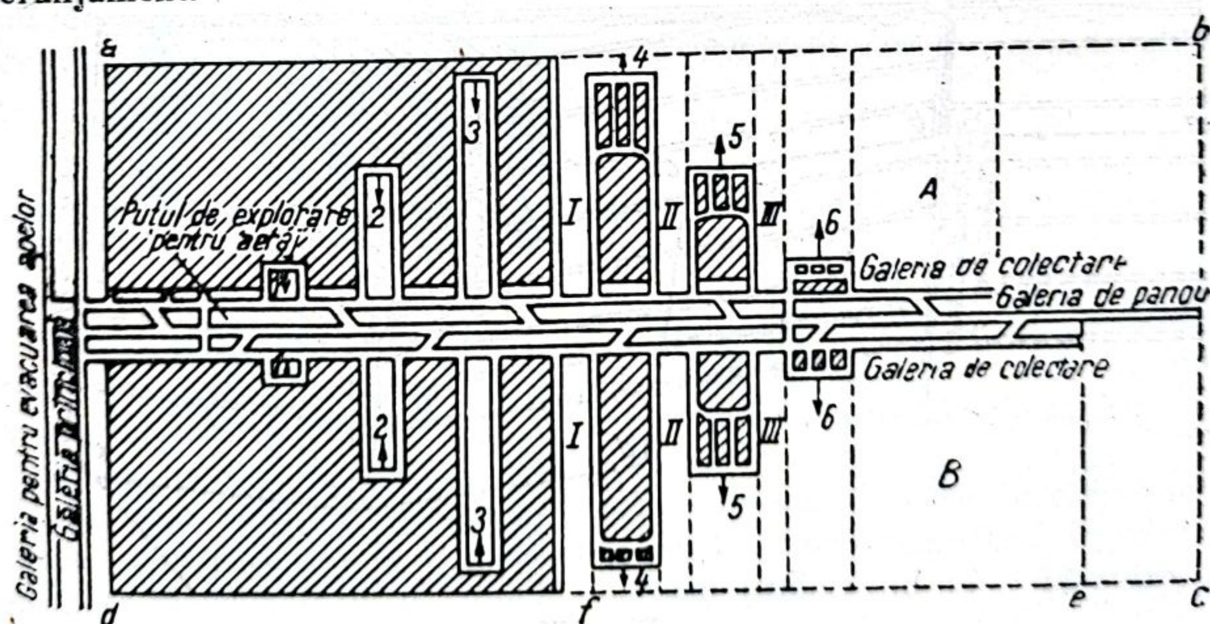


Fig. 280

In acest caz, la aplicarea metodei de exploatare prin camere și stâlpi lungi (fronturi conjugate), lucrările principale de pregătire sunt galeriile de panou, prin care sectorul se împarte în panouri, care cad în zona uneia dintre galeriile principale. In unele variante

ale metodei de abataj cu camere şi stâlpi, cum şi la metoda de abataj cu stâlpi lungi, galeriile de panou sunt însoţite de săparea galeriilor de colectare.

Fig. 280 prezintă una dintre variantele metodei de exploatare în camere şi stâlpi. Aici, conform determinării arătate mai sus, rezervele din conturul abcd, afară de cele exploatate (haşurate), vor fi rezervele pregătite.

Fig. 281 reprezintă metoda de exploatare prin stâlpi lungi (fronturi conjugate), aplicabilă în condiţiile exemplului analizat. Aici, rezervele pregătite vor fi reprezentate prin contururile *abcd* şi *iklm*, exclusiv suprafaţa exploatată.

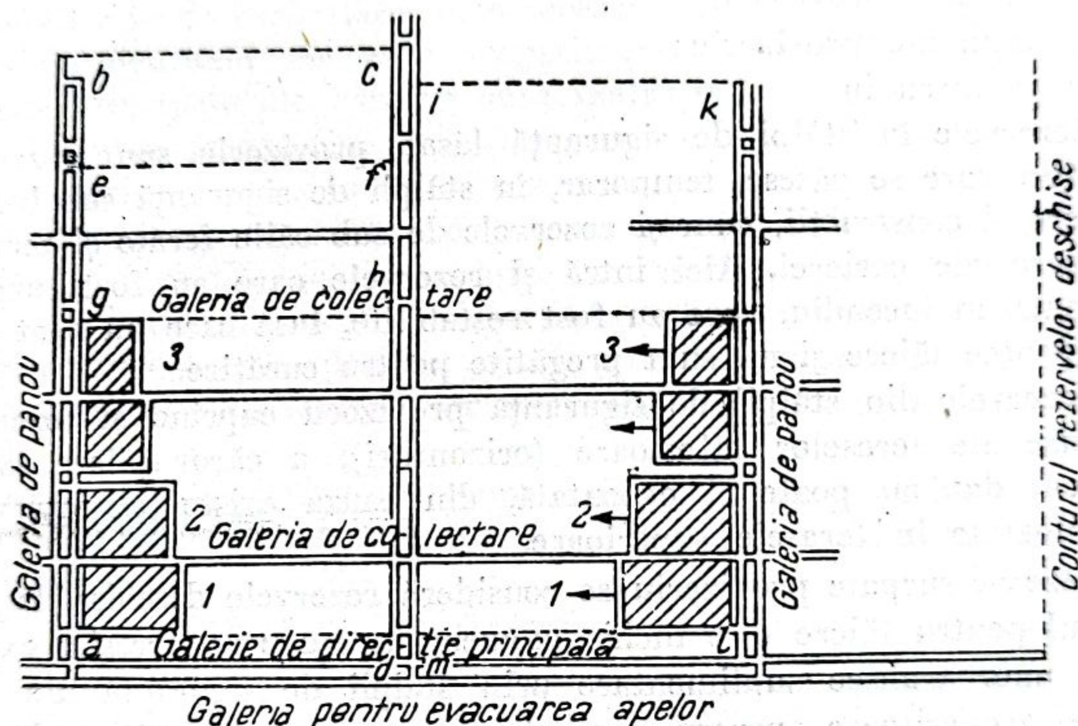


Fig. 281

Totodată (fig. 280), conturul *bcef* reprezintă rezervele pregătite cu lucrările miniere principale de pregătire, iar contururile *A* şi *B* reprezintă rezervele pregătite pentru compartimentare. Cele din urmă (fig. 281), pentru metoda de exploatare cu fronturi conjugate, sunt reprezentate în conturul *cfgh*.

Pentru exemplul ales, rezervele gata pentru tăiere în abataje reprezentate în fig. 280, sunt cuprinse în contururile *1, 2, 3, 4, 5, 6*, iar în fig. 281, aceleaşi rezerve sunt reprezentate prin contururile *1*, 2 şi *3*.

Pentru metoda de exploatare la zi, din totalul rezervelor industriale, se deosebesc rezervele desvelite şi nedesvelite.

Rezerve desvelite sunt considerate rezervele de cărbune, al căror volum este limitat de:

a) în partea superioară, acoperişul stratului, de pe care au fost îndepărtate stratele acoperitoare;

b) în părţile laterale, planele taluzurilor construite după datele din proiectul exploatării;

c) de culcuşul stratului, de adâncimea proiectată a carierei sau de adâncimea la care taluzurile carierei de cărbune mai asigură extragerea cărbunelui, în partea inferioară.

Rezervele deschise se compun din:

a) gata pentru tăiere;

b) gata pregătite pentru curăţire;

c) în stâlpii de siguranţă provizorii;

d) surpate provizoriu;

e) inundate provizoriu;

f) în incendiu.

Rezervele în stâlpi de siguranţă lăsaţi provizoriu sunt rezervele deschise, care se găsesc, temporar, în stâlpii de siguranţă sub lucrări miniere şi construcţii, cum şi rezervele de sub căile ferate şi terasele de lucru ale carierei. Aici intră şi rezervele care au fost surpate, inundate, în incendiu, care au fost restabilite, însă care nu sunt gata încă pentru tăiere şi nu sunt pregătite pentru curăţire.

Rezervele din stâlpii de siguranţă provizorii cuprind şi rezervele deschise ale teraselor inferioare (orizonturi), a căror tăiere la un moment dat nu poate fi executată, din cauza existenţei rezervelor neexploatate în terasele superioare.

Rezerve surpate provizoriu se consideră rezervele deschise, la care accesul pentru tăiere este închis momentan, sau care necesită executarea unor tranşee suplimentare prin stâlpii de siguranţă sau prin rocele acoperitoare, pentru accesul spre rezerve al mijloacelor de transport şi al utilajului de desvelire şi de tăiere. După executarea lucrărilor indicate, rezervele surpate provizoriu pot fi trecute la rezervele pregătite pentru abataje, sau la cele din stâlpii de siguranţă provizorii, sau gata pentru tăiere.

Rezerve inundate provizoriu se consideră rezervele deschise însă care, la un moment dat, sunt inundate, din care cauză, tăierea lor este deocamdată imposibilă.

Pentru restabilirea acestor rezerve se cere executarea lucrărilor suplimentare de drenaj, pompare sau de evacuare a apelor, după care rezervele inundate provizoriu pot trece la una dintre categoriile de rezerve de mai jos:

a) pregătite pentru curăţire;

b) gata pentru tăiere;

c) în stâlpi de siguranţă provizorii;

d) surpate provizoriu, dacă pentru tăierea lor este necesară executarea tranşeelor pentru căile de acces şi instalarea căilor ferate sau a transportoarelor.

Rezerve în incendiu se consideră rezervele deschise care, la un moment dat nu pot fi exploatate, din cauza focului.

Pentru restabilirea acestor rezerve, este necesar, în prealabil, să se lichideze focul, după care rezervele care se găsesc în incendiu pot fi trecute în una din următoarele categorii de rezerve:

a) pregătite pentru curăţire;

b) gata pentru tăiere;

c) în stâlpi de siguranţă provizorii;

d) temporar surpate, dacă pentru accesul utilajului de transport, de desvelire şi de exploatare, este necesară executarea tranşeelor prin stâlpii de siguranţă sau roce acoperitoare, mai ales în cazul când lucrările principale ale carierei sunt înaintate;

e) inundate provizoriu, dacă stingerea focului s'a făcut prin inundarea lucrării miniere. In unele cazuri, o parte dintre rezervele sectorului, sau toate rezervele, se trec la pierderi, din cauza focului.

Rezerve pregătite pentru curăţire, se consideră acele rezerve deschise, care au fost complect desvelite, însă nu au fost curăţite de resturi de rocă sterilă, deci nu pot fi considerate gata pentru tăiere, ci necesită executarea lucrărilor suplimentare de îndepărtare a sterilului.

Lucrările de curăţire se compun din evacuarea sterilului:

a) împrăştiat pe acoperişul treptei de cărbune în urma lucrărilor de puşcare;

b) căzut la încărcarea cu escavatoare a vagoanelor basculante;

c) căzut la balastarea căilor ferate;

d) lăsat după tăierea în acoperişul stratului, până la grosimea de 1 cm, din cauza înclinării sau a neregularităţii acoperişului.

După deschiderea stratului cu escavatorul, nu se admite să se lase roce sterile în acoperiş, mai groase decât 0,5 m.

Rezerve gata de tăiere, se consideră acele rezerve deschise, care au fost complect pregătite şi care pot fi exploatate fără a contraveni regulilor fundamentale de conducere a lucrărilor miniere şi de securitate minieră (dimensiunilor fixate a platformelor de lucru, extragerea complectă după înălţimea şi lărgimea treptei, direcţia frontului de lucru, în conformitate cu proiectul de lucrări aprobate).

Rezervele din treptele inferioare de cărbune, pe măsura înaintării frontului de lucru, din treptele de cărbune superioare şi din curăţirea rocei (până la desvelire), trec dela rezervele din stâlpii de siguranţă provizorii, în rezerve gata pentru tăiere.

La treapta superioară de cărbune, rezervele care se găsesc după limitele platformei de lucru, trec în rezerve gata de tăiere, pe măsura

înaintării frontului de lucru şi a lucrărilor de desvelire şi de curăţire de roca sterilă, rămasă în urma lucrărilor de tăiere.

La exploatarea subterană a zăcămintelor metalifere (metale neferoase şi rare), între rezervele deschise se deosebesc: rezerve semipregătite, pregătite şi preabatate.

In rezervele semipregătite intră blocurile, în care s'au executat complect lucrările orizontale de pregătire. Rezervele unor asemenea blocuri, în care s'au executat toate lucrările de pregătire, orizontale şi înclinate, excluziv cele de preabataje, aparţin rezervelor pregătite.

Rezerve preabatate, adică gata pentru tăiere, se numesc rezervele unor blocuri, în care s'au executat complect toate lucrările de pregătire şi de preabataj, prevăzute de metoda de exploatare adaptată.

Din totalul rezervelor pregătite pentru tăiere, se deosebesc rezervele provizorii inactive (care nu pot fi exploatate dintr'o cauză sau alta) şi rezervele gata de exploatare, adică cele care pot fi extrase în orice moment.

§ 3. CALCULUL REZERVELOR EXPLOATABILE ALE MINEI PENTRU INCEPUTUL ANULUI

La evaluarea stării şi mişcării rezervelor de substanţă minerală utilă a minei, datele de plecare sunt reprezentate de rezervele subterane.

Situaţia reală a rezervelor exploatabile ale minei, la începutul anului, se stabileşte prin calculul direct, executat de geolog în colaborare cu topograful minei sau de către topograful minei, în cazul când postul de geolog nu este prevăzut în schema de organizare a minei. Calculul rezervelor se face în cadrul limitelor tehnice ale minei, adică aplicabil la orizonturile exploatabile (sectoare) şi la elementele structurilor geologice.

In scopul calculului rezervelor şi al evidenţei variaţiilor următoare ale rezervelor, se întocmeşte pe hârtie de calc complexul planurilor şi al secţiunilor, la scara planurilor topografice miniere de bază. Pe plan se indică:

a) limitele câmpului minei şi limitele de executare fără pericol a lucrărilor miniere;

b) lucrările miniere de pregătire şi conturul lucrărilor de abataj;

c) deranjamentele tectonice cunoscute şi cele presupuse;

d) lucrările miniere de explorare;

e) punctele unde s'au măsurat grosimile, unghiurile de înclinare, luarea probelor pentru determinarea indicilor substanţei minerale utile, cu indicarea valorilor lor numerice;

Scanned with CamScanner

f) limitele şi numerele blocurilor în care se execută calculul rezervelor, cum şi limitele rezervelor de categorii *A, B, C;*

g) contururile stâlpilor de siguranţă şi de protecţie;

h) contururile sectoarelor rezervelor neexploatabile sau sectoarele a căror tăiere este imposibilă, dintr'o cauză sau alta, cu referire la act şi data când aceste rezerve au fost scoase din evidenţă;

i) focarele incendiilor şi limitele sectoarelor inundate;

j) pierderile substanţei minerale utile în stâlpii de siguranţă;

k) limitele stâlpilor de siguranţă provizorii.

Calculul rezervelor se face separat, pentru fiecare orizont în exploatare şi pentru un orizont inferior, care nu este deschis. Pentru toate celelalte orizonturi nedeschise, rezervele se dau sumar. La calculul rezervelor în volum sau în greutate, se folosesc, pentru fiecare contur, valorile medii ale indicilor respectivi, care se obţin printr'o metodă sau alta. Rezultatul calculului se centralizează în tablourile calculelor rezervelor exploatabile ale minei după situaţia lor, la începutul anului:

Forma tabelei poate fi oarecare, însă trebue să cuprindă toate datele necesare. De exemplu, pentru calculul rezervelor exploatabile ale cărbunelui în mine, se poate lua următoarea formă de tabelă (tabela 27).

Tabela 27

Formular pentru calculul rezervelor exploatabile ale minei

Denumirea orizonturilor (sectoarelor)	Nr. blocului	Grosimea medie utilă a blocului	Suprafaţa blocului	Volumul blocului	Greutatea volumetrică a substanţei minerale utile din stâlp	Rezerva exprimată în greutate (mii tone)					Observaţii
						A	B	A + B	C	Total	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

In tabelă se fac totalizările pe sectoare (blocuri), pe orizonturi şi apoi se face totalizarea întregii tabele.

Datele de totalizare se introduc ulterior în tabela de evidenţă primară a situaţiei şi de mişcare a rezervelor minei.

Pentru uşurinţa lucrului cu tabela indicată, nomenclatura sectoarelor şi a blocurilor trebue să fie identică în ambele cazuri.

La calculul ulterior al rezervelor, se recalculează numai rezervele sectoarelor (blocurilor) care au suferit modificări.

§ 4. EVIDENŢA SITUAŢIEI ŞI A MIŞCARII REZERVELOR EXPLOATABILE ŞI INDUSTRIALE ALE MINEI

Evidenţa primară a rezervelor, care este ţinută de serviciul topografic al minei, are în vedere:

a) să arate situaţia numerică a rezervelor pentru începutul perioadei de gestiune şi variaţiile care au avut loc în această perioadă;

b) să pună în evidenţă situaţia rezervelor la finele perioadei de gestiune şi să dea o imagine despre asigurarea minei cu rezerve în perioada următoare;

c) să controleze îndeplinirea planului de pregătire a rezervelor.

Variaţia rezervelor pentru o perioadă sau alta de gestiune se compune din următoarele elemente:

a) micşorarea rezervelor în urma exploatării şi a pierderilor;

b) micşorarea rezervelor, prin constatarea în timpul exploatării a sectoarelor cu substanţă minerală utilă neexploatabilă, sau a sectoarelor a căror exploatare este imposibilă, din diferite cauze;

c) micşorarea sau mărirea rezervelor în urma schimbării limitelor câmpului minier;

d) variaţia rezervelor din cauza explorării suplimentare sau a recalculării rezervelor.

Variaţia rezervelor, datorită producţiei şi a pierderilor, se stabileşte după datele evidenţei cantităţii substanţei minerale utile produse efectiv şi pierdute în subteran.

Variaţia rezervelor, în urma micşorării sau a măririi dimensiunilor câmpului minier, se stabileşte după planurile topografice miniere.

Variaţiile provocate prin constatarea în timpul exploatării a sectoarelor neexploatabile (cu substanţă minerală utilă neexploatabilă) sau a sectoarelor a căror exploatare este imposibilă, se determină prin scoaterea datelor acestor rezerve din bilanţul minei.

Se consideră ca rezerve neexploatabile acele rezerve care, anterior, au fost incluse în rezervele exploatabile ale minei, însă din procesul exploatării a rezultat că ele au avut o grosime neexploatabilă, un conţinut mare al componenţilor dăunători, sau intercalaţii de steril.

Variaţia rezervelor, care se produce în urma explorării suplimentare sau a recalculării, se fixează în cursul anului cu aproximaţie şi, mai ales, prin trecerea rezervelor dintr'o categorie în alta. La

sfârşitul anului, aceste variaţii se precizează. Ca bază pentru acest calcul servesc cifrele rezervelor la începutul şi la finele anului, cum şi variaţiile stabilite precis pentru perioada de gestiune.

Evidenţa primară a situaţiei şi a mişcării rezervelor substanţei minerale la mină, se face diferenţial, cu subîmpărţirea pe orizonturi a elementelor structurilor geologice. Raportul de mişcare al rezervelor se corectează prin calculul direct al rezervelor exploatabile, care se stabilesc de către serviciile de geologie şi topografie ale minei. Evidenţa arătată se ţine în registrul de evidenţă primară a rezervelor minei după un formular stabilit, de unde se iau datele de plecare pentru utilizarea operativă sau pentru prezentarea datelor pentru raportul despre rezerve, către forurile superioare.

§ 5. CLASIFICAREA ŞI EVIDENŢA PIERDERILOR SUBSTANŢEI MINERALE UTILE

Pierderile efective ale substanţei minerale utile fac obiectul evidenţei şi al controlului. Prin pierdere de substanţe minerale utile se înţelege acea parte a rezervelor, care a fost considerată iniţial ca exploatabilă, însă care mai târziu s'a degradat (a pierdut proprietatea substanţei minerale utile), distrusă de incendiu sau părăsită pentru totdeauna în subteran, în conformitate cu regulile de tehnica securităţii, în urma aplicării unei metode de exploatare imperfecte, sau a conducerii greşite a lucrărilor miniere.

Din definiţia arătată rezultă că rezervele sectoarelor, care au fost puse în evidenţă prin lucrări miniere de exploatare şi de explorare ca neexploatabile, se înscriu ca atare şi nicidecum ca pierderi.

Deasemenea, rezervele stâlpilor de siguranţă lăsaţi temporar nu pot fi considerate ca pierderi.

Evidenţa pierderilor este unul dintre elemente importante de conservare a subsolului şi se întocmeşte pentru:

a) clasificarea eficacităţii metodelor de exploatare, din punct de vedere al volumului de pierderi al substanţei minerale utile;

b) controlul conducerii juste a lucrărilor miniere;

c) aprecierea numerică a pierderilor pentru formele distincte ale acestora, în scopul întreprinderii a o serie de măsuri tehnico-organizatorice, în vederea reducerii pierderilor la minim;

d) evidenţa distribuţiei pierderilor în spaţiul subteran, informaţii necesare în vederea organizării măsurilor profilactice, în lupta cu focurile subterane (la zăcămintele carbonifere).

Serviciul topografic minier al minei, care ţine evidenţa rezervelor, nu trebue să se limiteze numai la fixarea pierderilor, ci, împreună cu serviciul de control tehnic minier, este obligat să ur-

mărească aplicarea măsurilor, care se iau pentru reducerea acestor pierderi. Se dau pe scurt, regulile fundamentale ale evidenței pierderilor, aplicabile la exploatarea subterană a zăcămintelor de cărbuni și de minereuri. Se va insista în primul rând asupra regulilor de bază și asupra particularităților evidenței pierderilor la exploatarea zăcămintelor carbonifere. Pentru ușurarea analizei pierderilor, este indicat, ca evidența lor să se facă cu aplicație la forme distincte (grupe). Pierderile trebue împărțite după cauzele care provoacă apariția lor (15); pentru acestea se pot stabili următoarele grupe de pierderi:

a) pierderi care nu depind de metoda de exploatare;

b) pierderi care sunt în legătură cu metoda de exploatare (pierderi de exploatare);

c) pierderi cauzate de conducerea greșită a lucrărilor miniere.

Din grupa (a) fac parte:

1. Pierderile substanței minerale utile în stâlpii de siguranță și de protecție, a căror lăsare este justificată din punct de vedere tehnic și economic, sau este prevăzută de instrucțiunile în vigoare și a căror escavare este imposibilă.

2. Pierderi provocate de condițiile geologice sau hidrogeologice nefavorabile (acoperișul deranjat sau lipsa de roce rezistente în acoperiș, viituri de apă, nisipuri curgătoare, deranjamente tectonice).

Din cifra totală de pierderi de acest fel, trebue să fie pusă în evidență în special pierderile din grosimea stratului (în acoperișul și în culcușul stratului).

Din grupa (b) fac parte:

1. Stâlpii de siguranță lăsați pe lângă lucrările miniere de pregătire, cu scopul conservării acestora, cu condiția ca proiectul să nu prevadă exploatarea stâlpilor indicați.

2. Stâlpii lăsați în spațiul de abataj, din motive care n'au fost condiționate de surpare de alți factori, sau de conducerea greșită a lucrărilor, de exemplu pierderile în stâlpii de așezare (cuțite).

3. Fâșii care au fost lăsate în acoperișul sau în culcușul stratului, care nu a fost exploatat pe întreaga sa grosime, conform monografiei metodei de exploatare aplicată.

4. Pierderile substanței minerale utile escavate, care apar în urma aruncării acesteia în spațiul rambleiat la pușcare, prin evacuarea incompletă a substanței minerale utile de abataj și împrăștirea în timpul transportului. Pentru șisturi combustibile o separare incompletă a șistului de rocă sterilă și aruncarea șistului sau rocei sterile în porțiunea rambleiată care se alege pe bandă sub forma de concreștere cu calcarul. La evidența pierderilor de exploatare trebue să se deosebească pierderile reale de cele inevitabile. Primele ca-

racterizează situaţia reală, iar cele inevitabile, dau o imagine a pierderilor care s'ar produce, dacă s'ar aplica just metoda de exploatare.

Grupa (c) cuprinde pierderile substanţei minerale utile, din cauza conducerii greşite a lucrărilor miniere. Acestea sunt:

1. Surplusul de pierderi, faţă de cele inevitabile, în stâlpii de siguranţă şi de protecţie, atunci când aceştia se lasă în dimensiuni, care depăşesc limitele tehnic justificate.

2. Surplusul de pierderi de exploatare faţă de cele admise de proiect sau prevăzute în normativele metodei date de exploatare, lăsate în stâlpii de siguranţă de pe lângă lucrările miniere de pregătire şi în spaţiul de abatare.

3. Pierderile de substanţă minerală utilă lăsate în culcuşul şi în acoperişul lucrărilor miniere, care nu depind de condiţiile geologice sau hidrogeologice nefavorabile.

4. Pierderi din cauza surpării lucrărilor miniere în urma dirijării nesatisfăcătoare a acoperişului, a inundării sau a altor avarii, provocate de conducerea greşită a lucrărilor miniere, cum şi pierderile din cauza subminării stratelor.

5. Pierderile din cauza focurilor subterane.

6. Pierderile de zăcământ prin exploatarea incomplectă şi părăsirea sectoarelor fără justificare suficientă, la limitele sau în centrul câmpului minier.

La întocmirea evidenţii pierderilor, trebue să ţină seamă de următoarele reguli:

a) rezervele substanţei minerale utile se consideră ca pierderi, numai în cazul când s'a stabilit precis imposibilitatea sau lipsa de raţionament a exploatării lor în viitor;

b) la pierderile din cauza focurilor şi a inundaţiilor, se raportează nu numai rezervele substanţei minerale utile, care s'au ars, s'au degradat din cauza focului sau au fost inundate, ci şi rezervele din stâlpii de siguranţă, care barează sectorul avariat, dacă aceşti stâlpi nu pot fi exploataţi în viitor.

c) stâlpii de siguranţă dela limitele câmpurilor miniere şi din jurul lucrărilor miniere inundate, se consideră ca rezerve pierdute, în cazul când părăsirea lor este determinată de securitatea lucrărilor miniere şi dacă cauzele care au determinat părăsirea stâlpilor de siguranţă n'au putut fi evitate, din considerente tehnice sau economice;

d) rezervele substanţei minerale utile, lăsate în subteran, sunt considerate ca pierderi, din cauza condiţiilor nefavorabile geologice sau hidrogeologice, numai în cazul când nu există posibilitatea de a lupta contra pierderilor, din motive tehnice sau economice. In caz contrar, ele figurează ca pierderi, din cauza conducerii greşite a

lucrărilor miniere. In general, cele din urmă trebue să fie strict separate de alte feluri de pierderi;

e) pierderile reale de rezerve sunt rezervele rămase efectiv în subteran şi nu acele care sunt şi propuse pentru părăsire în viitor; aceste pierderi se calculează numai în limitele conturului exploatat în perioada de gestiune.

La separarea pierderilor cauzate de conducerea greşită a lucrărilor miniere, de celelalte pierderi, topograful minier se conduce după normativele pierderilor. Aceasta permite topografului ca, din pierderile care depind de metodele de exploatare, să separe acea parte, care se datoreşte conducerii greşite a lucrărilor miniere.

Normativele indicate se elaborează de trust şi se aprobă de forurile superioare. Normativele pierderilor stabilesc: dimensiunile stâlpilor de siguranţă, care se lasă pe lângă lucrările miniere de pregătire, în spaţiul de abataj, la limitele sectoarelor în exploatare şi în grosimea pachetelor substanţei minerale utile, lăsate în culcuş sau în acoperiş, etc. etc. Mărimea pierderilor după normative trebue să fie optimă şi trebue să corespundă întocmai condiţiilor concrete de exploatare şi posibilităţilor tehnice ale metodelor de exploatare aplicate.

Pierderile cauzate de conducerea greşită a lucrărilor miniere caracterizează calitatea lucrului în sectoare separate, sau a muncii în întregime. La o organizare corectă a exploatării, aceste pierderi nu trebue să aibă loc. Deaceea, la ţinerea evidenţei pierderilor şi în lupta contra acestora trebue dată o atenţie deosebită pierderilor cauzate de conducerea greşită a lucrărilor miniere.

Materialele grafice, după care se ţine evidenţa producţiei şi a pierderilor, trebue să asigure complexitatea suficientă a reprezentării rezultatelor măsurărilor topografice.

In cazul când planurile topografice de bază nu îndeplinesc condiţiile indicate, se întocmesc planuri pentru măsurări speciale.

Planurile topografice miniere de bază (sau planurile de măsurări special întocmite) şi cataloagele cu măsurători constitue documentarea principală a evidenţei producţiei şi a pierderilor substanţei minerale utile. Din punctul de vedere a evaluării calitative a pierderilor, ele se pot împărţi în următoarele grupe:

a) pierderile sub formă de stâlpi de siguranţă, pierderi după suprafaţă;

b) pierderile fâşiilor separate de strat (zăcământ), pierderi după grosimi;

c) pierderile substanţei minerale utile escavate.

Pierderile după suprafaţă se stabilesc după planurile topografice miniere, prin înmulţirea suprafeţei stâlpului de siguranţă cu gro-

simea totală utilă a stratului (stabilită în lucrările miniere) şi cu greutatea volumetrică a substanţei minerale utile din stâlp.

Pierderile după grosime se calculează prin compararea valorilor medii ale grosimii totale utile, cu grosimea utilă escavată.

Pierderile substanţei minerale utile escavate, în expresie relativă, se dau după normativele stabilite. Acestea se obţin pe baza experimentală (măsurări, determinări şi aplicaţii) la diferite condiţii de exploatare.

Mărimile relative ale pierderilor se stabilesc în modul următor:

a) pierderile reale din stâlpii de siguranţă şi de protecţie se obţin prin împărţirea cifrei absolute a pierderilor, la rezervele exploatabile ale minei;

b) pierderile care sunt în legătură cu metodele de exploatare şi cu conducerea greşită a lucrărilor miniere se obţin prin împărţirea cifrei absolute a pierderilor, la rezervele exploatabile, în limitele conturului exploatat, fără pierderile din prima grupă (a) şi fără pierderile cauzate de condiţiile geologice şi hidrogeologice.

Evidenţa primară a pierderilor la mină se stabileşte în fiecare trimestru şi se ţine în registre, după modelul stabilit. Nomenclatura obiectelor evidenţei trebue să fie aceeaşi ca şi în evidenţa mişcării rezervelor, deoarece datele asupra pierderilor se înscriu în registrul de evidenţă primară a mişcării rezervelor. In evidenţa trimestrială, pierderile se grupează după metodele de exploatare.

Majoritatea regulilor generale arătate mai sus sunt valabile şi pentru evidenţa pierderilor la zăcămintele de minereuri, exploatate prin metode subterane; deaceea, la expunerea evidenţei pierderilor, se va insista numai asupra particularităţilor fundamentale ale zăcămintelor de minereuri.

Variaţia mare a condiţiilor de aşezare a zăcământului, a caracterului de mineralizare, cum şi al conţinutului metalelor în minereu, chiar în limitele unui bloc, cere ca evidenţa pierderilor să se facă pe obiecte mai detaliate, după fiecare bloc în exploatare. In cazul uniformităţii condiţiilor ,metodelor de exploatare, evidenţa pierderilor se poate face pe obiecte mai mari, de exemplu pe orizonturi.

La exploatarea zăcămintelor de minereuri, pierderile se impart în pierderi cantitative şi pierderi calitative.

Prin pierderi cantitative se înţelege diferenţa dintre cantitatea de minereu sau de metal calculată în zăcământ, în sector sau în bloc şi cantitatea extrasă. Prin pierderi calitative (diluarea de minereu) care au o importanţă tot atât de mare pentru rezultatele exploatării, ca şi pierderile cantitative, se înţelege reducerea conţinutului în metal (metalelor) al substanţei minerale utile produse, în comparaţie cu conţinutul în metal al zăcământului. Diluarea minereului este condiţionată de introducerea în minereul tăiat a sterilului şi a minereurilor

sărace din intercalaţii sau a rocelor din gangă, cum şi a pierderilor la extragerea minereului mărunt, mai bogat în conţinut de metal. Diluarea minereului reduce proprietăţile tehnologice (valoarea minereului) şi scumpeşte transportul lui la uzinele de preparare. In funcţie de tipul zăcămintelor şi de felul substanţei minerale utile, se folosesc diferite clasificări ale pierderilor. O clasificare unică pentru zăcămintele de minereu nu există. Trebue să se menţioneze că regulile fundamentale ale clasificărilor folosite sunt generale.

Pentru ilustrare, se arată clasificarea pierderilor folosită cu unele modificări, la exploatarea metalelor neferoase şi rare. După această clasificare, pierderile cantitative ale minereului se împart în următoarele grupe (18):

1. Pierderi cauzate de defecţiuni în lucrăriie geologice de explorare (omiterea zăcămintelor paralele şi a apofizelor, conturarea insuficientă a corpurilor de minereu, eşantionarea nejustă, etc.).

2. Pierderile cauzate de defecţiunea documentaţiei topografice miniere (de exemplu greşeli în planurile topografice miniere, care provoacă subminarea prin extracţie a zăcămintelor apropiate şi lăsarea stâlpilor de siguranţă prea mari).

3. Pierderi din cauze geologice (prezenţa sectoarelor foarte deranjate, o configuraţie complexă a conturului zăcământului, care îngreunează o extragere complectă, zăcăminte la limitele lentilelor, etc.).

4. Pierderi din cauze hidrogeologice (la inundarea lucrărilor miniere sau viituri de apă puternice la exploatarea sectoarelor, etc.).

5. Pierderi în stâlpii de siguranţă.

6. Pierderi cauzate de desvoltări necorespunzătoare a lucrărilor miniere.

7. Pierderi din cauza metodelor de exploatare aplicate (pierderi de exploatare).

8. Pierderi din cauza focurilor subterane.

9. Pierderi la încărcarea şi la transportul minereului.

Pierderile în stâlpi de siguranţă pot să fie însemnate, mai ales în cazul amplasării nereuşite a construcţiilor dela suprafaţă şi al trasării greşite a lucrărilor miniere principale de investiţii. Pierderile din cauza desvoltării necorespunzătoare a lucrărilor miniere se produc prin nerespectarea succesiunii necesare în escavarea diferitelor sectoare şi a corpurilor de minereu, de exemplu, tăierea stâlpilor dintre camere, fără legarea lor cu lucrările din orizonturile superioare, escavarea neregulată a feliilor din bloc, etc. Pierderile care depind de metodele de expoatare aplicate, în unele cazuri, pot fi destul de însemnate. Pierderile mari pot fi produse de focurile subterane, mai ales la zăcămintele de sulfuri, deoarece ele cuprind nu numai mine-

reul care a fost distrus de incendiu, ci şi minereul din stâlpii de protecţie contra focului.

Uneori diferitele feluri de pierderi se unesc în grupe; de exemplu, prof. P. A. Râjov, în lucrarea sa (34) cu referire la condiţiile de exploatare a zăcămintelor metalelor neferoase, prezintă patru grupe de pierderi: 1. pierderi de exploatare, 2. pierderi din cauza rebutului lucrărilor tehnico-miniere, 3. pierderi din cauza rebutului lucrărilor geologico-topografice miniere, 4. pierderi inevitabile.

Este uşor de văzut că aceste grupe cuprind toate formele de pierderi enunţate până acum.

Evaluarea cantitativă a pierderilor şi diluarea minereului supus extracţiei dintr'un bloc se face prin compararea cantităţii şi a calităţii minereului extras la suprafaţă cu cantitatea şi calitatea minereului ,care trebue extras.

In lucrarea profesorului D. A. Kazakovski (18) se adoptă notaţiile următoare:

Q_1 — rezerva de minereu exploatabil în limitele blocului, în t;

Q_2 — cantitatea de minereu, extrasă la suprafaţă din acelaşi bloc, în t;

c_1 — conţinutul mediu în metal din minereu exploatabil din masivul blocului, în %;

c_2 — conţinutul mediu în metal din masa de minereu extrasă la suprafaţă, în %;

c_3 — conţinutul mediu în metal din rocele din acoperiş din culcuş şi din intercalaţii, care se amestecă cu minereul escavat, în %.

Extracţia vizibilă de minereu va fi:

$$i\,\% = \frac{Q_2}{Q_1} \cdot 100. \tag{9.1}$$

„Extragerea vizibilă" de minereu nu caracterizează însă extragerea totală a minereului, întucât ea poate fi superioară, din cauza diluării. Mai indicatoare este „extragerea reală", determinată cu formula:

$$i_0\,\% = \frac{Q_2 - y}{Q_1} \cdot 100 \tag{9.2}$$

unde y — cantitatea de steril care s'a introdus în minereu în timpul extragerii, în t.

Mărimea b, care se calculează din expresia:

$$b\,\% = \frac{y}{Q_2} \cdot 100. \tag{9.3}$$

se numeşte coeficient de diluare.

Folosind relaţiile (9.2) şi (9.3), expresia extragerii reale se prezintă sub forma:

$$i\% = \frac{Q_2}{Q_1}(100 - b). \tag{9.4}$$

Deoarece nu se poate determina direct cantitatea de steril în minereul produs, ea se va determina indirect, exprimând-o prin mărimile deja cunoscute: Q_2, c_1, c_2, c_3. Astfel se rezolvă două ecuaţii: ecuaţia bilanţului de minereu şi ecuaţia bilanţului de metal

$$x + y = Q_2 .$$

$$x\frac{c_1}{100} - y\frac{c_3}{100} = Q_2\frac{c_2}{100}, \tag{9.5}$$

în care x — cantitatea minereului extrasă din bloc, în t.

Din rezolvarea ecuaţiilor indicate se obţine:

$$y = Q_2\frac{c_1 - c_2}{c_1 - c_3} . \tag{9.6}$$

Din (9.3) şi (9.5) se obţine expresia finală pentru coeficientul de diluare al minereului:

$$b\% = \frac{c_1 - c_2}{c_1 - c_3} \cdot 100 . \tag{9.7}$$

Cunoscând pe y din (9.6) şi pe b din (9.7), după formula (9.2) sau (9.4), se calculează uşor extragerea reală de minereu i. Cu aceasta din urmă, se determină uşor pierderile de minereu în %. Acestea vor fi:

$$\Delta\% = 100 - i\%. \tag{9.8}$$

Pe lângă extragerile şi pierderile de minereu, este necesar să se cunoască extracţiile şi pierderile de metal.

Extracţia de metal i_m este egală cu raportul dintre cantitatea de metal P_2 din minereul exploatabil extras la suprafaţă, şi cantitatea de metal P_1 din minereul exploatabil din zăcământ. In expresie relativă, ea se va prezenta sub forma:

$$i_m\% = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{Q_2}{Q_1}\left(\frac{c_2 - c_3}{c_1 - c_3}\right) \cdot 100 \tag{9.9}$$

pentru

$$P_2 = \frac{Q_2 c_2}{100} - \frac{y c_3}{100} \text{ şi } P_1 = \frac{Q_1 c_1}{100},$$

de unde pierderile de metal vor fi:

$$\Delta_m\% = 100 - i_m\% = 100\left(1 - \frac{Q_2}{Q_1} \cdot \frac{c_2 - c_3}{c_1 - c_3}\right). \tag{9.10}$$

Extracţia şi pierderile de metal se calculează după componentul de bază şi după componentele însoţitoare. Pierderile de minereu şi de metal prizintă caracteristica principală a pierderilor cantitative. Alături de coeficientul extracţiei de minereu şi, de metal, ele caracterizează complexitatea extragerii substanţei minerale utile şi a componentului util.

Coeficientul de diluare al minereului, care caracterizează pierderile calitative, se calculează, pentru componentul de bază, în acelaşi fel ca şi pentru componentele însoţitoare.

A doua mărime, care caracterizează pierderile calitative, este extracţia conţinutului în metal. In procente, ea este reprezentată prin expresia următoare:

$$i_c\% = 100 - b\% = 100\left(1 - \frac{c_1 - c_2}{c_1 - c_3}\right). \tag{9.11}$$

In cazul când sterilul care diluează minereul nu conţine metal, adică $c_3 = 0$, formulele mai sus arătate pentru i_m, $\Delta_m b$, i_c se simplifică corespunzător şi iau forma:

1. Extracţia cantităţii de metal:

$$i_m\% = 100\left(\frac{Q_2 c_2}{Q_1 c_1}\right). \tag{9.12}$$

2. Pierderile metalului:

$$\Delta_m\% = 100\left(1 - \frac{Q_2 c_2}{Q_1 c_1}\right). \tag{9.13}$$

3. Coeficientul de diluare al minereului:

$$b\% = 100\left(1 - \frac{c_2}{c_1}\right). \tag{9.14}$$

4. Extracţia conţinutului în metal:

$$i_c\% = 100\frac{c_2}{c_1}. \tag{9.15}$$

Datele iniţiale, care intră în formulele prezentate, se obţin în felul următor:

Q_1 — din planurile topografice miniere şi din secţiuni;
Q_2, c_2 — după datele de cântărire sau după evidenţa numerică a vagonetelor de minereu produs şi prin luarea probelor (eşantionarea marfară) din vagonete, în punctele de control şi de evidenţă;
c_1, c_3 — după datele de eşantionare a minereului şi a rocelor din culcuş şi din acoperiş, din lucrările miniere.

Pentru evidenţa pierderilor de exploatare şi a diluării de minereu pentru fiecare bloc din exploatare, se ţine o cartotecă de evidenţă, livrete. In aceste livrete se arată: caracteristicele geologice şi tehnico-miniere de exploatare a blocului, rezervele lui, datele de eşantionare (din frontul de lucru şi al produsului), cantitatea de minereu real extrasă, coeficienţii de extragere şi de diluare, cum şi pierderile. Cu aceasta nu se fixează numai pierderile de exploatare, ci şi pierderile care nu sunt în legătură cu extragerea minereului din blocuri, de exemplu pierderile în stâlpii de siguranţă lăsaţi din cauze geologice sau din alte cauze. Determinarea lor nu cere explicaţii. La exploatarea zăcămintelor restrânse ca dimensiuni, cartoteca se ţine pentru zăcământul în totalitatea lui, fără să se împartă pe sectoare şi pe blocuri.

Mărimea pierderilor calitative şi cantitative variază în limite largi. In tabela 28 sunt date, pentru ilustrare, pierderile calitative şi cantitative pentru grupele principale ale metodelor de exploatare, după datele Prof. N. I. Truşkov. Datele arătate trebue considerate ca date de orientare.

Tabela 28

Nivelul pierderilor la exploatarea zăcămintelor de minereuri

Nr. crt.	Metoda de exploatare	Pierderi calitative %	Pierderi cantitative %
1	Metoda de exploatare cu susţine şi rambleiere	0—5	0—10
2	Metoda de înmagazinarea minereului .	10—30	5—15
3	Metoda cu camere şi stâlpi . . .	0—25	12—40
4	Surparea în felii	până la 30	2—5
5	Surparea în etaje	5—10	5—15

Normativele pierderilor calitative şi cantitative se stabilesc periodic, în baza experienţei şi sunt aplicabile la condiţiile concrete de exploatare a zăcămintelor de minereuri.

Formulele arătate se aplică la extragerea totală a unităţii exploatabile, când tot minereul tăiat se extrage dela mină. In caz contrar, se socoteşte cantitatea şi calitatea minereului care rămâne în rostogoale, în camere sau pe haldă, etc. (nota redacţiei).

In cazul exploatării zăcămintelor de substanţe minerale utile la zi, clasificarea şi evidenţa pierderilor prezintă unele particularităţi. In acest caz, toate formele pierderilor reale se pot împărţi, deasemenea, în trei grupe:

a) pierderi care nu depind de metoda de exploatare;

b) pierderi care sunt în legătură cu metoda de exploatare (pierderi de exploatare);

c) pierderi cauzate de conducerea greşită a lucrărilor miniere.

Prima grupă a pierderilor cuprinde:

1. Pierderi în stâlpii de siguranţă, a căror lăsare este justificată din punct de vedere tehnic şi economic.

2. Pierderi din cauza condiţiilor geologice nefavorabile. Aici intră pierderile condiţionate de variaţia structurii zăcământului (variaţia bruscă a grosimii, efilarea zăcământului, un contact complicat şi neregulat, intercalaţii sterile, etc.). Pentru a evita extragerea rocei sterile în cantităţi mari, se abandonează o parte din substanţa minerală utilă. Aceste pierderi sunt provocate comparativ destul de des, prin prezenţa sectoarelor deranjate, în locurile unde apar faliile de cădere, de alunecări şi alte deranjamente tectonice. In acest caz, pierderile sunt cauzate de faptul, că în sectoarele de dimensiuni mici, extragerea cu escavatoare a substanţei minerale utile, se face greu, iar exploatarea manuală este nerentabilă.

Pierderile la exploatarea cu escavatorul a sectoarelor cu hipsometria complicată a culcuşului şi a acoperişului, sunt inevitabile.

3. Pierderi cauzate de condiţiile neprielnice hidrogeologice. Acestea sunt pierderile cauzate de iruperi neaşteptate de apă şi de inundarea substanţei minerale utile, pe un timp îndelungat; ca urmare, o parte însemnată a substanţei minerale utile este spălată de apă şi se leşiază sau se diluează cu sterilul.

Pentru zăcămintele cu acoperişul şi cu culcuşul slab (zăcămintele din Bogoslovsk Korchinsk) sunt caracteristice pierderile provocate de anunecări de teren. Aceste pierderi sunt condiţionate de alunecarea rocelor peste frontul de lucru, când o parte din substanţa minerală utilă dinspre culcuş se pierde sub alunecări.

A doua grupă de pierderi se determină prin proiectul de exploatare şi cuprinde:

1. Pierderi în stâlpii de siguranţă.

2. Pierderi în culcuşul şi acoperişul stratului, inevitabile la extragerea şi încărcarea substanţei minerale utile cu excavatorul, în legătură cu asigurarea pentru acesta a mersului pe orizontală, la un unghi dat de înclinare a zăcământului. Pierderile substanţelor minerale utile sunt cuprinse în aşa numitele „triunghiuri" (şpiţuri)

din acoperişul şi din culcuşul zăcământului. In acest caz, lupta pentru micşorarea pierderilor de acest fel se poate duce prin îmbunătăţirea lucrului escavatorului şi prin folosirea utilajului corespunzător pentru curăţire.

3. Pierderi cauzate prin aplicarea metodei de umplere a golului escavat cu sterilul produs din desvelirea zăcământului. In acest caz, pierderile se produc în urma amestecării sterilului cu substanţa minerală utilă, care se surpă din flancuri şi apoi acest amestec se lopătează ca steril, în spaţiul escavat. Micşorarea acestor pierderi este posibilă, prin asigurarea evacuării minuţioase a substanţei minerale utile surpate, anterior executării umplerii golului escavat, cu roca sterilă.

4. Pierderile substanţei minerale utile excavate în urma împrăştierii acesteia la executarea lucrărilor de puşcare, aruncarea rocei sterile în halda de minereu, în concreşteri, etc. Pierderile de exploatare trebue împărţite în: pierderi normate şi pierderi reale.

Primele dau o imagine a pierderilor la o conducere justă a lucrărilor miniere, iar celelalte caracterizează situaţia pierderilor de exploatare, la fiecare moment dat.

Pierderile provocate de conducerea greşită a lucrărilor miniere cuprind: 1. Excesul de pierderi faţă de pierderile proiectate în stâlpii de siguranţă, care depăşesc dimensiunile tehnice necesare.

2. Pierderile în acoperişul şi în culcuşul stratului, care depăşesc pe cele normate.

3. Pierderile din sectoarele incomplect exploatate, abandonate, la limitele câmpului minier, a căror părăsire nu este cauzată de motive tehnice, de exemplu pe flancurile carierei, în culcuşul stratului, din cauza nerespectării taluzului proiectat în exploatarea flancului carierei, etc.

4. Pierderi provocate de surpările rocei sterile.

5. Pierderi provocate de incendii.

6. Pierderi de substanţe minerale utile escavate, cauzate de curăţirea incomplectă, de împrăştierea în timpul transportului, etc.

Evidenţa pierderilor este strâns legată de evidenţa producţiei şi deaceea se face concomitent. Calculul pierderilor, ca şi calculul producţiei, se face după planurile măsurate ale treptelor şi ale secţiunilor transversale la scara 1/500, întocmite odată cu planurile topografice miniere de bază. Pe măsura desvoltării lucrărilor miniere, planurile de măsurare a treptelor şi a profilelor transversale se complectează încontinuu. Pierderile din stâlpii de siguranţă, din cauza condiţiilor geologice şi hidrogeologice nefavorabile, se stabilesc din

planuri, înmulţind suprafaţa corespunzătoare a stâlpului, sau suprafaţa sectorului neexploatat, cu grosimea totală utilă reală (constatată în procesul exploatării) a zăcământului şi cu greutatea volumetrică a substanţei minerale utile din masiv.

Pierderile din culcuşul şi din acoperişul zăcământului se determină după planurile de măsurare şi după profilele transversale pe care s'au trasat, după datele ridicării, vatra treptei de abataj inferior şi vatra treptei de desvelire inferioară, şi prin compararea lor cu poziţia reală a acoperişului şi a culcuşului zăcământului transpuse pe plan, după datele ridicării topografice şi după datele forajului de exploatare. Pentru calculul pierderilor, suprafaţa conturului se ia din plan, iar grosimea medie a fâşiei abandonate se obţine ca diferenţă între grosimea zăcământului şi grosimea reală exploatată a zăcământului, sau se ia după rezultatele măsurătorilor directe, ţinând seama de pierderile produse la curăţire.

Pierderile substanţei minerale utile escavate, care se evacuează pe haldă, odată cu roca sterilă cu care este concrescută, se stabilesc prin măsurări experimentale.

Repetarea multiplă a acestor experienţe dă posibilitatea să se calculeze media conţinutului substanţei minerale utile în haldă şi să se folosească această cifră în calculele ulterioare ale pierderilor de acest fel.

Pierderile substanţei minerale utile escavate, prin curăţirea incompletă a vetrei treptei inferioare de abataj, se pot determina prin măsurarea grosimii fâşiei escavate a substanţei minerale utile, pe toată suprafaţa treptei, la anumite intervale. Grosimea medie, astfel obţinută, poate fi folosită în calculul pierderilor indicate.

Pierderile substanţei minerale utile excavate pe transportul cu bandă, se pot determina prin măsurări experimentale. După un număr suficient de asemenea măsurări, se poate obţine valoarea medie a pierderilor pentru o unitate de lungime a benzii şi aceasta se va folosi ulterior, la calculul pierderilor de acest fel.

La metoda de lucru prin mutarea treptei de desvelire inferioară în spaţiul escavat, pierderile datorite mutării rocei se determină prin ridicare topografică a treptei, înainte şi după umplerea ei cu steril. Diferenţa de volum dă pierderile produse, din cauza mutării. După observaţii sistematice asupra acestui fel de pierderi, se calculează media valorii lor pentru 1 m de fâşie de mutare, după care, calculul pierderilor se poate reduce la măsurarea lungimii fâşiilor de mutare.

Pierderile cauzate de incendii şi surpări de rocă sterilă se calculează după planurile şi profilele transversale.

Acestea sunt particularităţile clasificării şi ale evidenţei pierderilor de zăcământ pentru metoda de exploatare la zi.

CAPITOLUL X

CONTROLUL TOPOGRAFIC MINIER AL PRODUCŢIEI

§ 1. PRINCIPII GENERALE

Controlul topografic minier al producţiei la minele de cărbuni face parte dintre lucrările principale ale activităţii topografiei miniere. Controlul se efectuează prin măsurarea lucrărilor miniere şi prin măsurarea substanţei minerale utile depozitate. Când primul dintre controlurile indicate este greu de executat, se foloseşte numai al doilea.

Prin măsurarea lucrărilor miniere, se controlează justeţea evidenţei operative a producţiei minei, aplicabilă la sectoare de exploatare aparte.

Acest control se realizează prin compararea rezultatelor măsurărilor topografice miniere cu datele evidenţei operative (după numărul de vagonete).

La exploatarea zăcămintelor de minereu, evidenţa producţiei se face, deseori, prin cântărirea vagonetelor cu minereu pe cântare.

Pe lângă evidenţa producţiei, măsurarea lucrărilor miniere urmăreşte o serie de alte obiective, de exemplu:

a) determinarea lungimii şi a secţiunilor reale ale lucrărilor miniere capitale şi de pregătire;

b) determinarea vitezei de înaintare a lucrărilor miniere, pentru stabilirea evidenţei reale a volumului lucrărilor executate şi a ciclicităţii;

c) determinarea lungimii fronturilor din abataje, pentru calculul lungimii lucrărilor de pregătire şi de abataj;

d) culegerea şi fixarea datelor necesare detaliilor planurilor topografice miniere, evidenţei pierderilor substanţei minerale utile, caracteristicei structurii sectorului, etc.

Calculul rezervelor, după măsurările lucrărilor miniere, se face la expirarea lunii. Calculul producţiei se face cu împărţirea pe abataje şi sectoare, cu separarea producţiei din abataje şi din lucrările miniere de pregătire.

Producţia substanţei minerale utile se determină în greutate, ca produsul volumului escavat, cu greutatea volumetrică a substanţei utile din panou. Prin măsurarea substanţei minerale utile în depozite, se controlează justeţea evidenţei operative a producţiei pe întreaga mină. Controlul indicat se bazează pe compararea rezultatelor obţinute dela măsurările topografice miniere, cu soldurile respective ale contabilităţii de evidenţă a substanţei minerale utile, care se

află în silozuri, pe rampele de dosaj şi în vagoanele de cale ferată încărcate, dar, scriptic, nescăzute.

Cantitatea substanţei minerale utile depozitate, exprimate în unităţi de măsură de greutate, se obţine prin înmulţirea volumului stivelor cu greutatea volumetrică a substanţei minerale utile din stive.

Măsurarea depozitelor, ca şi măsurarea lucrărilor miniere, se face în fiecare lună şi anume, luând situaţia la sfârşitul ultimului schimb al perioadei de gestiune. Rezultatul măsurării se consemnează într'un proces verbal de constatare.

La calculul producţiei de cărbune în lucrările miniere subterane trebue să se ţină seamă de pierderile substanţei minerale utile escavate şi de amestecarea masei produse cu sterilul.

§ 2. CALCULUL PRODUCŢIEI DUPĂ MĂSURĂRILE SPAŢIULUI ESCAVAT

a) Determinarea volumului escavat

Volumul escavaţiei, în lucrările de abataj dela minele carbonifere, se calculează ca produsul suprafeţei escavării cu grosimea medie utilă a zăcământului. La contururile complicate ale lucrărilor de abataj (camere), volumul escavaţiei se determină prin metoda secţiunilor.

Suprafaţa escavaţiei se obţine prin înmulţirea lungimii medii a frontului de abataj cu înaintarea medie lunară. Apoi, din suprafaţa escavaţiei introdusă în calculul volumului, se scade suprafaţa însumată a stâlpilor de siguranţă, lăsaţi în spaţiul abatat.

Lungimea frontului de lucru în lucrările de abataj se determină prin măsurarea cu panglica. Valoarea medie a lungimii frontului de lucru, pentru luna respectivă, se ia ca medie aritmetică din două măsurări (la începutul şi la finele lunii) sau din mai multe măsurări (la variaţia bruscă a lungimii frontului de lucru).

Inaintarea lucrărilor de abataj se măsoară, deasemenea, cu panglica, dela punctele topografice fixe, din ambele galerii, între care este cuprins frontul de lucru. Inaintarea medie se obţine ca o medie aritmetică, din diferenţa de măsurare a ambelor galerii la începutul şi la finele lunii de gestionare. O configuraţie complicată a frontului de lucru se măsoară cu aparate şi suprafaţa escavaţiei se determină printr'o metodă sau alta, ca suprafaţă cuprinsă între galeriile şi contururile frontului de lucru, la începutul şi la finele lunii.

La măsurarea înaintării frontului de lucru şi a lungimii abatajului, citirea pe panglică se face cu precizie până la 1 cm, însă rezulta-

tul măsurării unuia dintre elemente este suficient să fie obținut cu precizie până la 0,1 m.

Pentru determinarea volumului escavației, trebue să se cunoască grosimea medie utilă a stratului.

Această grosime se determină pentru fiecare lucrare minieră ca medie aritmetică, dintr'o serie de măsurări în puncte distincte.

Frecvența măsurărilor este determinată prin variația grosimii.

Măsurarea se face cu panglica, cu precizia citirii până la 0,01 m.

In cazul structurii complicate a zăcământului, măsurarea grosimii componenților separați este mai bine să se facă prin metoda sumelor crescânde, dela un orizont sau altul bine determinat. Secțiunea structurală a zăcământului, în punctul de măsurare, se înscrie în registru, sub forma unei coloane structurale de cifre, cu indicarea grosimilor fășiilor substanței minerale utile și a intercalațiilor sterile. Inălțimea frontului de lucru (grosimea de lucru) este cuprinsă în paranteze pătrate, iar grosimile intercalațiilor sterile escavate, care nu sunt cuprinse în producție, se închid în a doua paranteză din interiorul celor dintâi.

La transpunerea rezultatelor de măsurare a grosimii pe plan, în cazul unei coloane prea încărcate (lungi), ea se scoate pe marginea planului, iar lângă punctul de măsurare de pe plan, se încrie o fracție, la care numitorul este grosimea de lucru, iar numărătorul grosimea utilă escavabilă.

Volumul escavației substanței minerale utile, în lucrările miniere de pregătire, se calculează prin înmulțirea înaintării lucrării miniere cu suprafața zăcământului desvelit, în limita profilului lucrării miniere. Lățimea lucrării miniere se calculează ca o medie aritmetică, din măsurarea ei la talpă, la tavan și la mijloc. Rezultatul se înscrie cu precizie până la 0,01 m. Inaintarea frontului de lucru al lucrărilor miniere de pregătire se măsoară cu panglica, dela punctele topografice fixe sau dela punctele de reper.

b) Documentarea măsurărilor

Documentarea măsurărilor se compune din registrele de măsurare ținute la curent, din planurile de măsurare și din registrele de evidență a săpării lucrărilor miniere.

In registrul de măsurare, pe baza carnetelor de teren, se desenează schițele lucrărilor miniere, pe care se arată:

a) situația punctelor, dela care se încep măsurările înaintării fronturilor de lucru și valorile cifrice ale distanțelor dela punct până la frontul de lucru al lucrării miniere, în momentul executării măsurării;

b) lățimea și înălțimea lucrării miniere;

c) panourile substanței minerale utile și dimensiunile lor;
d) detaliile importante ale spațiului de abataj (sectoarele cu rambleu, cu surpare, deranjamentele tectonice, etc.).

Datele din registrele de măsurare se folosesc atât pentru evidența săpării lucrărilor miniere, cât și pentru detalierea hărților topografice miniere și pentru întocmirea plarurilor de măsurare la scară mare.

Dacă planurile de bază satisfac cerințele măsurărilor, nu se mai întocmesc planuri speciale de măsurare.

Evidența săpării lucrărilor miniere se ține într'un registru, al cărui model, pentru fiecare fel de substanță minerală utilă, se fixează prin instrucțiunile respective.

c) Determinarea greutății volumetrice a substanței minerale utile în panou

La calculul producției substanței minerale utile în unități de greutate, volumul escavației trebue să fie înmulțit cu greutatea volumetrică. Determinarea greutății volumetrice a substanței minerale utile din panou (masiv) se face cu una dintre următoarele metode:

a) metoda escavației de probă;
b) metoda cântăririi hidrostatice;
c) metoda de calcul analitic.

Metoda escavației de probă constă în următoarele: în lucrarea minieră de pregătire sau de abataj, după îndreptarea minuțioasă a frontului de lucru, se execută escavarea substanței minerale utile în forma unei nișe, cu pereții drepți paraleli între ei. Escavația trebue făcută fără întrebuințarea explozivului.

După ce escavația s'a executat, printr'o serie de măsurări se determină lățimea, adâncimea (lungimea) și înălțimea excavației. Din cea din urmă, se scad intercalațiile sterile, care nu se includ în producție. Volumul escavației nu trebue să fie prea mic (minim de 1 m^3).

Greutatea substanței minerale utile extrase din escavație se determină cu cântarul zecimal, care se instalează la frontul de lucru.

Prin împărțirea greutății obținute la volumul escavației, se obține greutatea volumetrică a substanței minerale utile din panou (masiv).

Pentru executarea escavației de probă, se recomandă alegerea unui front de lucru uscat. Se fac cel puțin două determinări. Rezultatul determinării se înregistrează.

Determinarea greutății volumetrice a cărbunelui, prin metoda de cântărire hidrostatică, se face după următoarea schemă:

După fiecare fâșie (dacă stratul nu are o grosime omogenă), se iau câte 8—10 probe de cărbune. Probele se transportă în ambalaj

la laborator. Aici se curăţă lipiturile de noroi şi particulele uşor detaşabile; după aceasta, fiecare probă se cântăreşte în aer liber, pe cântarul tehnic, de două ori, cu precizia până la 0,1 g. Apoi proba se cufundă în apă atât timp, pentru ca porii să se umple cu apă. După aceasta, proba se scoate din apă, se scutură sau se şterge cu hârtie sugativă şi se cântăreşte a doua oară în aer liber, pe cântarul tehnic. In fine, se cântereşte proba cufundată în apă pe cântarul hidrostatic (de două, ori, cu precizie până la 0,1 g).

După aceasta, valoarea greutăţii volumetrice a probei se obţine cu formula:

$$R'_h = \frac{P_1}{P_2 - P_3}, \qquad (10.1)$$

în care R_h' este greutatea volumului probei după cântărirea hidrostatică;

P_1 — greutatea probei în aer, înainte de saturare cu apă;

P_2 — greutatea probei în aer, după saturarea cu apă;

P_3 — greutatea probei cufundată în apă.

Valoarea definitivă a greutăţii volumetrice se obţine ca medie din determinări separate. Dacă este nevoie, această medie se ia ca medie ponderată unde, în loc de rezultatul cântăririi, apar grosimile fâşiilor separate ale stratului. Valoarea definitivă a greutăţii volumetrice se ia şi se înregistrează, cu procizie până la 0,01.

Când cântarul hidrostatic lipseşte, acesta poate fi înlocuit cu cântarul tehnic obişnuit, la care, în locul unui platan se aşează o plasă de sârmă, pentru cântărirea probei în apă.

In capitolul V s'a menţionat că determinarea greutăţii volumetrice a cărbunelui şi a şistului combustibil este raţional să se execute prin metode de calcul analitic, ţinând seamă de legătura simplă şi pe deplin determinată a greutăţii volumetrice a cărbunelui şi a şistului combustibil cu conţinut de cenuşă. Pentru aceasta, este destul să se determine odată greutatea volumetrică prin cântărirea hidrostatică, iar apoi să se calculeze greutatea volumetrică fără determinări suplimentare, pornind dela conţinutul în cărbune şi în şist combustibil.

Urmează să se folosească expresia:

$$R_t = R_h + k\left(A_i^m - A_{ch}^m\right) + \Delta R_t, \qquad (10.2)$$

în care R_t — greutatea volumetrică a substanţei minerale utile în panou;

R_h — valoarea medie a greutăţii volumetrice a probelor cu umiditatea naturală, după datele cântăririi hidrostatice;

k — variaţia greutăţii volumetrice în funcţie de variaţia conţinutului în cenuşă inseparabilă cu 1%. Se determină în mod empiric. Pentru cărbune k este 0,007, iar pentru şisturi 0,008 — 0,01;

A_i^m — conţinutul mediu al cenuşei inseparabile, după datele analizei chimice a probelor din făşii ale sectoarelor, care sunt planificate pentru exploatare;

A_{ch}^m — conţinutul mediu al cenuşei inseparabile în probele folosite pentru cântărirea hidrostratică;

ΔR_t — corecţia pentru sterilul care diluează producţia (la metoda de exploatare subterană a cărbunelui, se ia egală cu + 0,02).

Determinarea greutăţii volumetrice a altei substanţe minerale utile se poate face cu aceleaşi metode (cântărire hidrostatică, escavare de probă). La aceasta, ca şi la determinarea greutăţii volumetrice a cărbunelui, trebue să se clasifice dependenţa greutăţii volumetrice de componenţii de bază ai minereului şi în conformitate cu aceasta, să se introducă corecţiile necesare, în rezultatele determinărilor obţinute.

La determinarea greutăţii volumetrice prin cântărirea hidrostatică a substanţelor minerale utile poroase sau a celorlalte substanţe care se moaie în apă, trebue să se parafineze probele examinate.

§ 3. MĂSURAREA SUBSTANŢEI MINERALE UTILE IN STIVE

a) Determinarea volumului stivelor

Pentru calculul substanţelor minerale utile în depozit, exprimat în măsuri de greutate, trebue să se determine volumul stivelor şi greutatea volumului substanţei minerale utile în stive.

Volumul stivelor se calculează pe bază de măsurări (ridicări). La aceasta se foloseşte:

1. ridicarea tachimetrică (menzuală);
2. metoda profilelor;
3. măsurarea cu panglica.

Aplicarea oricăreia dintre metodele enumerate presupune un plan topografic întocmit în prealabil la scara 1/200, cu secţiunea reliefului la fiecare 0,25 m, pentru sectoarele unde se amplasează depozitele. Pe lângă relief, pe plan se trasează punctele de reper, petru ridicarea stivelor şi situaţia lor. Pentru uşurarea calculelor următoare se scot de pe planurile indicate copii heliografice, pe care se execută construcţiile, după datele măsurării de stive, în ordinea lor.

Scanned with CamScanner

La toate metodele de măsurare, existenţa resturilor mari nu trebue să exercite o influenţă asupra preciziei determinării volumului. Volumul definitiv al stivei se înregistrează cu rotunjire până la trei cifre.

Ridicarea tachimetrică se aplică la determinarea volumului stivelor mari, care au o formă complicată (depozite de semisilozuri cu scrapere şi depozite cu scrapere).

La ridicare, distanţa limită dela aparatul de măsurat până la punctul determinat nu trebue să depăşească 30 m.

Rezultatul ridicării se transpune pe copia heliografică a planului platformei depozitului sub formă de contururi şi de curbe de nivel ale suprafeţei stivelor.

Distanţa dintre curbele de nivel este:

a) la o înălţime medie de 3 m a stivei până la 0,5 m;

b) la o înălţime medie peste 3 m a stivei până la 1 m.

Calculul volumului stivelor se face cu formula trapezului şi după secţiunile orizontale sau verticale, întocmite după planul suprapus al platformei depozitului şi al stivei.

La determinarea volumului după secţiunile verticale, distanţa dintre secţiuni se ia de 5—10 m, în funcţie de complexitatea formei stivei.

Scara orizontală în secţiuni se ia egală cu scara planului, iar cea verticală, în funcţie de dimensiunile stivei, se ia aceeaşi, sau de două ori mai mare.

Metoda profilelor se recomandă să se aplice la măsurarea depozitelor pe haldă, pe estacade sau pe calea ferată şi se caracterizează prin capacitatea însemnată a stivelor cu o configuraţie comparativ regulată şi cu o suprafaţă plană.

La aplicarea metodei profilelor la suprafaţa depozitului, se face împărţirea suprafeţei prin secţiuni transversale, în forma liniilor paralele echidistanţate şi perpendiculare pe axa lungă a stivei. Distanţa dintre profile se stabileşte în funcţie de dimensiunile şi complexitatea formei depozitului.

Se pot recomanda următoarele distanţe între transversale: 5 m la o capacitate a stivei de minimum 7—10 mii m^3, şi 10 m, la o capacitate a stivei mai mare decât valoarea indicată.

După împărţire, se execută ridicarea orizontală şi verticală a transversalelor. In primul rând, transversalele (punctele lor de plecare) se leagă cu punctele de reper. Apoi, ridicarea include măsurarea cu panglica a distanţelor dela punctele de plecare a transversalelor până la talpa stivei şi a distanţelor succesive, între punctele caracteristice de pe suprafaţa stivei şi în fine, se execută nivelmentul geometric al tuturor punctelor profilului, între care se face măsurarea distanţelor.

Scanned with CamScanner

Nivelmentul geometric al suprafeței stivei, în lungul transversalelor, poate fi înlocuit prin măsurarea unghiurilor verticale cu eclimetrul.

Construirea profilelor suprafeței stivei după transversale se face pe profilele platformei depozitului, în prealabil pregătite și anume, în lungul acelorași transversale. Această construcție se execută prin mijloace grafice, după distanțele măsurate și prin marcarea punctelor, iar în cazul folosirii eclimetrului, după distanțele măsurate și unghiurile de pantă.

Condițiile care se cer la construcția profilelor după transversale, la determinarea suprafețelor secțiunii și a volumului, rămân aceleași ca la ridicarea tachimetrică.

Măsurarea cu panglica se aplică la determinarea volumului stivelor mici (capacitate până la 1000—1500 m^3) sau a stivelor, care au o formă relativ regulată. La această metodă, se folosesc: panglica, eclimetrul și mira de nivelment. Rezultatul măsurării (ridicării) se trasează pe copia heliografică a planului platformei depozitului.

Calculul volumului se face cu formulele figurilor geometrice regulate, cu care se aseamănă părțile separate ale stivei.

După cum arată cercetările (17), la o alegere justă a metodei ridicării stivelor și a metodei de prelucrare a rezultatelor în birou, rezultă la calculul volumului, o eroare, care să nu depășească 1—3%.

b) Determinarea greutății volumetrice a substanței minerale utile în stivă

Greutatea volumetrică a substanței minerale utile în stive se determină deseori prin umplerea cu această substanță a unei lăzi (al cărei volum este cunoscut), prin cântărirea substanței minerale utile și obținerea rezultatului prin împărțirea greutății la volumul lăzii.

Volumul lăzii se găsește după o serie de măsurări ale înălțimii, lungimii și lățimii, cu o riglă verificată, sau cu o panglică.

Pentru încărcarea lăzii, substanța minerală utilă se ia dintr'un număr cât mai mare de puncte ale stivei, iar proba obținută trebue să fie reprezentativă, atât în ce privește conținutul în substanță, cât și în ce privește granulația. Cântărirea se face pe un cântar zecimal.

Determinarea greutății volumetrice se face separat, pentru fiecare sortiment de substanță minerală utilă. Dintr'o serie de determinări, se ia o valoare medie a greutății volumetrice.

Deoarece greutatea medie astfel obținută va fi greutatea substanței minerale utile proaspăt stivuită, iar în practică calculând rezervele depozitelor cu diferite termene de depozitare, trebue să se introducă în rezultatul obținut, o corecție cu semnul plus pentru tasarea stivei

în timp. Ea se stabilește empiric, pe baza observațiilor topografice (nivelmente) asupra tasării stivelor. De exemplu, dintr'un număr mare de observații la depozitele de cărbuni, s'a stabilit că această corecție, în funcție de durata depozitării cărbunelui, variază între + 0,02 și 0,08 și deci această corecție trebue să fie luată în considerație.

Determinarea greutății volumetrice a substanței minerale utile stivuite se poate obține prin măsurarea și cântărirea substanței minerale utile încărcate în vagoane de cale ferată, pe cântarul de cale ferată, prin măsurarea volumului și cântărirea substanței minerale utile în stive mici, etc. Este necesar, să se țină seamă că, din punctul de vedere al preciziei, problema determinării greutății volumetrice a substanței minerale utile în stive este mai grea decât determinarea volumului stivelor. Precizia determinării greutății volumetrice a substanței minerale utile stivuite depinde în mare măsură de omogenitatea și de mărimea bucăților. In cazurile cele mai defavorabile, eroarea determinării greutății volumetrice poate să atingă ± 3% și chiar mai mult.

Spre deosebire de eroarea determinării volumului stivelor, eroarea determinării greutății volumetrice nu este în funcție inversă cu volumul stivei. Astfel eroarea făcută la măsururea substanței minerale utile în depozite, în cazurile defavorabile (la rezerve mici de cărbune în stive), poate ajunge până la ± 4—5 %.

BIBLIOGRAFIE

1. *Bauman V. I.*, K voprosu ob opredelenii zapasov mestorojdenii. Gornii jurnal, t. IV, 1908.

2. *Bauman V. I.*, K voprosu o sbrosah, sdvigah i drughih smeșceniah jil i plastov. Zapischi gornogo instituta, t. I, vîp. 1, 1907.

3. *Betehtin A. G., Tatarinov P. M.* i dr., Curs mestorojdenii poleznîh iscopaemîh. Gostoptehizdat, 1946.

4. *Blașkevici I. A., Vilesov G. I.*, Gheometrizația drajnîh poligonov. Ghizmestprom, 1938.

5. *Vasiliev P. V.*, Ugoli, vîp. 5, seria „Oțenchi mestorojdenii pri poiscah i razvedche". Gosgheolizdat, 1949.

6. *Vitkovskii V. V.*, Cartografia, 1907.

7. *Ghirșvald L. I.*, Proectivnaia gheometria. Gosudarstvennoe naucinotehnicescoe izdatelistvo Ucrainî, Harcov, 1935.

8. *Gusev M. I.*, Prosteișie gornogheometriceschie zadaci. Ugletehizadt, 1940.

9. *Dalinkevici I. A.*, Gornaia gheometria. Steclografir, izdanie. LGI, 1924.

10. *Jemciujnicov I. A.*, Obșceia gheologhia iscopaemîh uglei. Ugletehizdat, 1948

11. *Zamiatin P. M., Mavrițkii K. G.*, Instrucția po markșeidersco-gheologhicescomu balansovomu ucietu zapasov rud, metallov, poteri i razubojivania na gornorudnîh predpriatiah Narcomțvetmeta, Prilojenie k pricazu Nr. 641 ot 14 octiabria 1940 g., NKȚM, 1940.

12. *Izakson S. S.*, Podscet zapasov poleznîh iscopaemîh. Ugletehizdat, 1948.

13. Instrucția po primeneniu classificații zapasov mestorojdenii tverdîh poleznîh iscopaemîh, vîp. I. „Metallî", Gosgheolizdat, 1948.

14. Instrucția po primeneniu classificații zapasov mestorojdenii tverdîh poleznîh iscopaemîh, vîp. II, „Ugoli i slanțî", 1947.

15. *Kazacovskii D. A.*, Metodiceschie ucazania po ucetu dvijenia zapasov dobîci i poteri. Trudî VNIMI, vîp. 14, 1947.

16. *Kazacovskii D. A.*, K voprosu o markșeiderscom controle dobîci pri razrabotche camennougolinîh mestorojdenii. Trudî VNIMI, vîp. XVI, 1948.

Scanned with CamScanner

17. *Kazacovskii D. A.*, O markşeiderscom controle dobîci posredstvom zamera scladov. Trudî VNIMI, vîp. XVIII, 1949.

18. *Kazacovskii D. A.*, Markşeiderscoe delo i gheometrizaţia nedr. Ugletehizdat, 1948.

19. *Kazacovskii D. A.*, Oţenca tocinosti rezulitatov v sviazi s gheometrizaţiei i podsciotom zapasov mestorojdenii. Ugletehizdat, 1948.

20. *Kazacovskii D. A.*, *Gleizer M. I.*, Markşeiderschii uciot dobîci i boriba s poteriami uglia v nedrah. Ugletehizdat, 1948.

21. *Kaplunov R. P.*, Metodica opredelenia i uceta poteri i razubojivania pri razrabotke mestorojdenii ţvetnîh i redchih metallov. Metallurgizdat, 1940.

22. *Kell N. G.*, Gornaia gheometria, 1944.

23. *Kell N. G.*, Smescenia. Issledovania po voprosam gornogo i markşeidercogo dela. Sbornic XXIII. Ugletehizdat, 1950.

24. *Leontovskii P. M.*, Elementî zalegania plastov (gornaia gheometria EVGU, 1905.

25. *Molceanov I. A.*, Gheometriceschii analiz postupatelinîh diziunctivov. Markşeiderschii sbornic, t. II, izd. Zap.-sib. tresta. Tomsk, 1935.

26. *Ogloblin D. N.*, Vîbor mesta zalojenia şahtî, ONTI, 1935.

27. *Popov V. S.*, Necotorîe detali mehanizma obrazovania tectoniceschih form s prilojeniem ih k Doneţcomu basseinu. Gornîh jurnal Nr. 3, 1933.

28. *Pek A. V.*, Treşcinnaia tectonica i structurnîi analiz. Izdatelistvo Academii nauc SSSR, 1939.

29. *Razumovskii N. K.*, Stereograficeschie proecţii. Izdatelistvo KUBUCi, Leningrad, 1932.

30. *Razumovskii N. K.*, Logarifmiceschi normalinîi zacon raspredelenia vescestva i ego svoistva. Zapischi Leningradscogo gornogo instituta, t. XX, 1948.

31. *Romanovskii V.*, Matematicescaia statistica. GONTI, NKTP, 1938.

32. *Rudakov M. L.*, Markşeiderschie rabotî pri otcrîtîh razrabotcah, 1950.

33. *Rîjov P. A.*, Gheometria nedr. Gostoptehizdat, 1941.

34. *Rîjov P. A.*, Ucet poteri poleznîh iscopaemîh na rudnicah ţvetnîh metallov. Kazahschii filial AN SSSR, 1943.

35. *Rînin N. A.*, Axonometria, 1922.

36. *Rînin N. A.*, Proecţii s cislovîmi otmetcami, 1922.

37. *Sobolevskii P. K.*, O smeşceniah. Trudî I obşcesibirscogo markşeiderscogo s'ezda. Tomsk, 1925.

38. *Sobolevskii P. K.*, Sovremennoe markşeiderscoe iscusstvo cac metodologhia reşenia osnovnîh zadaci gornogo iscusstva. Trudî Vsesoiuznogorno-tehnicescogo s'ezda, tom VII, 1926.

39. *Sobolevskii P. K.*, Sovremennaia gornaia gheometria. Jurnal „Soţialisticescaia reconstrucţia i nauca" Nr. 7, 1932.

40. *Sobolevskii P. K.*, Gheometria nedr. Conspect lecţii, Steclograf. izd. MGRI, 1935.

41. *Truşkov N. I.*, Razrabotca rudnîh mestorojdenii. Metallurgizdat, 1946—1947.

42. *Tihomirova N. P.*, Ucet zapasov, dobîci i poteri na otcrîtîh razrabotcah uglia. Trudî VNIMI, vîp. XIX, 1949.

43. *Usov M. A.*, Structurnaia gheologhia, Gosgheolizdat, 1940.

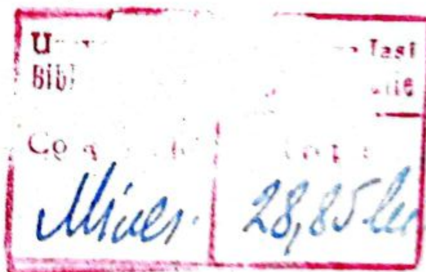
44. *Uşakov I. N.*, Gornaia gheometria, ONTI, 1937.

45. *Uşakov I. N.*, Smeşcenia gornîh porod. Izvestia ŢNIMB Nr. 2, 1935.

46. *Uşakov I. N.*, Zadanie vîrabotoc na peremeşcennoe crîlo plasta (v usloviah Donbassa). Gostoptehizdat, 1941.

47. *Feodorov E. S.*, Nbvaia gheometria cac osnova cercenia, 1907.

48. *Iacobi N. O.*, Metodî, priborî i slujba issledovania burovîh scvajin. ONTI, 1939.



ERATA

Pag.	Rândul	In loc de	Se va citi	Greşeala se datoreşte
36	fig. 24	90 δ	$90° - \delta$	Editurii
54		Clişeul fig. 36 este fig. 37 şi invers		,,
56	4	fig. 30	fig. 38	,,
58	fig. 40	δ	σ	,,
58	1 jos	$\overline{0'0} = \overline{0'0} \frac{\sin \alpha}{\sin \sigma}$	$\overline{0'0} = \overline{0'x} \frac{\sin \alpha}{\sin \sigma}$	,,
59	2	$-2\, \overline{0'x} \cdot \overline{00'} \cos \alpha$	$-2\, \overline{0'x} \cdot \overline{0'0} \cos \alpha'$	,,
85	fig. 65	$\frac{90° \delta_0}{2}$	$\frac{90° - \delta_0}{2}$	,,
124	28	*pl.* (90—270°)	*pl.* (00—270°)	,,
135	fig. 89, *b*	K'	K	,,
140	formula (2.34)	Rădăcina cuprinde tot numitorul		,,
170		Clişeul fig. 117 este fig. 118 şi invers		,,
187	8 j	loc	lor	,,
194	1 j	$\ldots - y(\cos A \operatorname{tg} \Delta - - \cos \alpha \operatorname{tg} \beta) = 0$	$\ldots - y(\cos A \operatorname{tg} \Delta - - \cos \alpha \operatorname{tg} \delta) = 0$	,,
279	2	$0_1 1_1$	$0 \varepsilon_1 1$	Tipografiei
279	19	$\Sigma \varepsilon^u$	$\Sigma \varepsilon u$	,,
327	25	$1_1 - 1_1', 2_1 - 2_1', 3_1 - 3_1'$	$1_1 - 1_1, 2_1 - 2_1, 3_1 - 3_1$	Editurii
432	formula (8.40)	$c_0 = \frac{c_1 + c_2}{2} + \frac{V_2 - V_1}{21 V}(c_2 - c_1)$	$c_0 = \frac{c_1 - c_2}{2} + \frac{V_2 - V_1}{12 V}(c_2 - c_1)$	,,
457	formula (9.1)	$i\% =$	$i_0\% =$	,,
457	formula (9.2)	$i_0\% =$	$i\% =$	,,
458	formula (9.5)	$x \frac{c_1}{100} - y \frac{c_3}{100} =$	$x \frac{c_1}{100} + y \frac{c_3}{100} =$	,,

Geometria mineră

Scanned with CamScanner